WIADOMOŚCI TECHNICZNO-ARTYLERYJSKIE

Nr. 20.

CZERWIEC — 1933 R.

TREŚĆ:

Str.

SOMMAIRE:

Page

WSPOMNIENIE POŚMIERTNE.

Ś. P. PUŁKOWNIK INŻYNIER EUGENJUSZ MIRECKI.

Dnia 28 kwietnia 1933 roku zmarł ś. p. pułk. inż. Eugenjusz Mirecki. Urodził się dnia 2 stycznia 1876 r. w Piotrkowie, gdzie ukończył gimn. klasyczne; następnie ukończył wydział budowy maszyn



w Politechnice Ryskiej, specjalizując się w organizacji zakładów technicznych; pracował jako inżynier technolog w fabrykach krajowych i angielskich, między innemi zajmował stanowisko wice-dyrektora fabryki Towarzystwa Wyrobów Metalowych w Pruszkowie.

W wojsku rosyjskiem odbył służbę jednoroczną w piechocie i został zwolniony do rezerwy w stopniu chorążego. Brał udział w wojnie rosyjsko-japońskiej, jako dowódcy kompanji i kierownik oddziału warsztatowego kolejowego, przyczem był dość ciężko ranny. W wojnie światowej brał udział ze strony rosyjskiej jako d-ca kompanji oraz kierownik oddziału ruchomego warsztatu artyleryjskiego w stopniu pporucznika, a następnie porucznika i z końcem lutego 1918 roku został zwolniony ze służby czynnej. Otrzymał w wojsku rosyjskiem 6 orderów, w tem order Św. Jerzego IV klasy.

15 listopada 1918 roku po powrocie do kraju został przyjęty jako urzędnik cywilny IV st. pł. do Departamentu Artylerji i Uzbrojenia na stanowisko szefa Sekcji Broni. Od 15 października 1920 r. do 22 maja 1927 roku pełnił w Zbrojowni Warszawskiej funkcje kierownika warsztatu, zastępcy dowódcy i dowódcy Zbrojowni, przyczem w dniu 29 maja 1922 r. został mianowany podpułkownikiem sł. uzbrojenia ze starszeństwem od dnia 1 czerwca 1919 roku.

23 maja 1927 roku został szefem Wydziału Broni Dep. Uzbrojenia, 27 kwietnia 1929 roku — referentem w Instytucie Badań Mat. Uzbr., a dnia 4 stycznia 1930 roku — Z-cą Kierownika I. B. M. Uzbrojenia, gdzie pozostawał do końca swej służby w wojsku. Dnia 20 lutego 1930 roku awansowany był na pułkownika ze starszeństwem od 1. I. 1930 roku, a w dniu 31 stycznia 1932 roku przeniesiony został w stan spoczynku na podstawie osiągniętego wieku. W wojsku polskiem odznaczony był Złotym Krzyżem Zasługi za zasługi na polu organizacji przemysłu wojennego. Po przejściu w stan spoczynku zajmował stanowisko generalnego sekretarza Towarzystwa Wojskowo-Technicznego przy Stowarzyszeniu Inżynierów Mechaników Polskich.

Ś. p. Eugenjusz Mirecki był wybitnym fachowcem służby uzbrojenia, odznaczającym się nadzwyczajną pracowitością, był serdecznym kolegą i życzliwym przełożonym, człowiekiem prawego charakteru i wysokich zalet serca i umysłu. Cześć Jego pamięci!

Inż. TYSZKO MIECZYSŁAW

NIEKTÓRE WADY WYROBÓW STALOWYCH SPOTYKANE PRZY TŁOCZENIU NA GORĄCO[1]).

W referacie niniejszym będę omawiał wady zaobserwowane przy produkcji skorup do pocisków tłoczonych na matrycy zamkniętej.

Skorupy, jak wiadomo, wyrabiają się ze stali węglowej, półtwardej o zawartości węgla 0,35%—0,40%, manganu 0,6—0,7%.

Bloczki stalowe odpowiednich wymiarów i ciężaru przerabiane są na skorupy na prasach hydraulicznych. Zasadniczo proces wytwarzania składa się z trzech operacyj: nagrzewania, tłoczenia i przeciągania. W czasie fabrykacji spotykają się w skorupach różnego rodzaju wady. Niektóre z nich można usunąć, lecz w wielu wypadkach jest to niemożliwe z natury rzeczy; wtedy powstają braki. Temperatura i czas nagrzewania bloka należą do ważniejszych czynników w produkcji. Najlepsze wyniki daje nagrzewanie bloka do temperatury 1100° C. Czas nagrzewania zależy od rodzaju wyrabianych skorup i powinien być zastosowany do zasadniczych wymiarów bloka.

Na wykresie 1 widzimy charakterystykę czasu nagrzewania, zależnie od przekroju bloka, wykonaną na podstawie danych wziętych z praktyki. Na osi poziomej podano stosunek ciężaru bloczków róż-

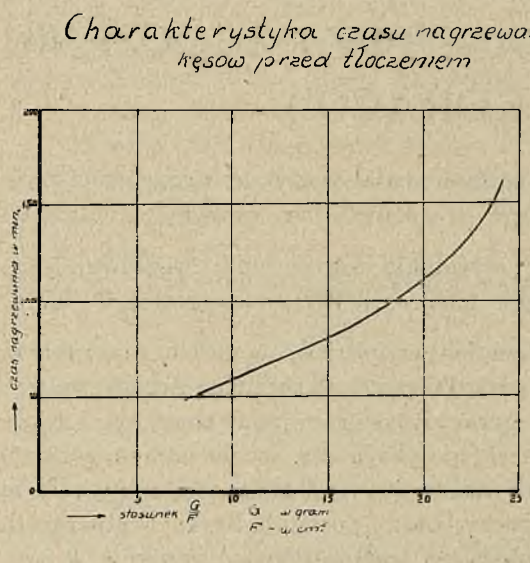
---

[1]) Odczyt wygłoszony na VI Zjeździe Inżynierów Mechaników Polskich w 1932 r. Patrz również tegoż autora „Niektóre wady stali pociskowej węglistej i wpływ ich na wyroby tłoczone na gorąco" —Wiad. Tech.-Art. 1932, nr. 14, str. 44.

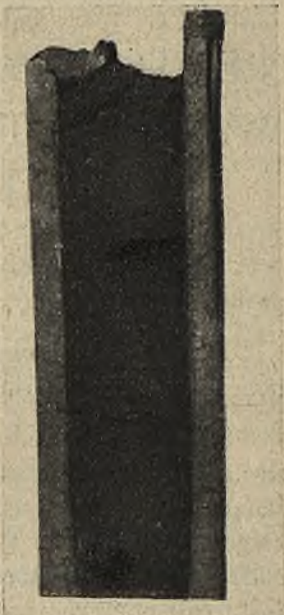
nego rodzaju do powierzchni nagrzewanej, na osi pionowej — czas nagrzewania w minutach.

Zbyt długie przetrzymywanie bloka w piecu przy wyższych temperaturach jest szkodliwe. Stal podlega nietylko przegrzaniu, lecz niekiedy i przepaleniu.

Na fot. rys. 2 uwidoczniono połówkę skorupy surowej, gdzie w górnej jej części materjał posiada charakter gąbczastej masy. Przy nagrzewaniu bloka czas i temperatura były zbyt duże, i materjał został przepalony.



Rys. 1.



Rys. 2.
Wnętrze kielicha przepalonego.

Na fot. 3. podano strukturę próbki wykrajanej z górnej naderwanej części. Jak widzimy, struktura posiada duże ziarna, na granicach których rozlokowały się najprawdopodobniej tlenki. Skorupy takie należą do braków bezwzględnych, gdyż własności wytrzymałościowe takiej stali zwykle są znacznie obniżone.

Próbki zerwane z podanej skorupy dały następujące wyniki:

$$R = 60{,}9 \text{ kg/mm}^2 \text{ przy } A_{10} = 6{,}5\%$$

$$R = 60{,}9 \text{ kg/mm}^2 \quad „ \quad A_{10} = 7{,}5\%$$

A zatem przy normalnej wytrzymałości wydłużenie jest bardzo znacznie obniżone: zamiast $A_{10} \gg 18\%$ zaledwie $\sim 7\%$.

Podczas tłoczenia temperatura bloczka zzewnątrz i wewnątrz powinna być możliwie jednakowa. Przy zbyt pośpiesznem ogrzewaniu wnętrze bloka będzie posiadało temperaturę znacznie niższą niż zewnętrzne warstwy. Skorupa wytłoczona z takiego bloka może być ekscentryczna. Tłocznik, spotykający przy tłoczeniu większy opór niewygrzanego rdzenia bloczka, przesuwa się w stronę mniejszego

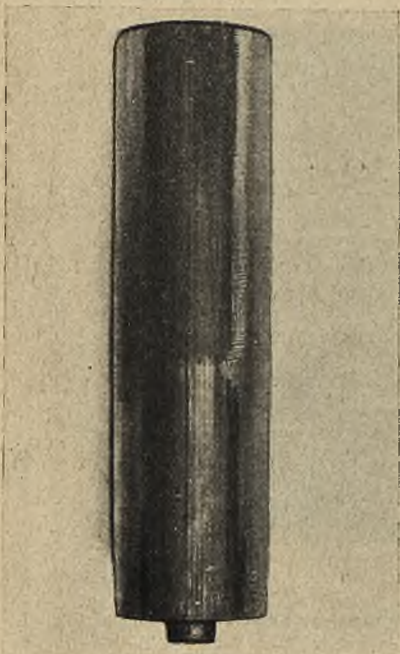


Rys. 3 (x 75).
Mikrostruktura kielicha przepalonego.

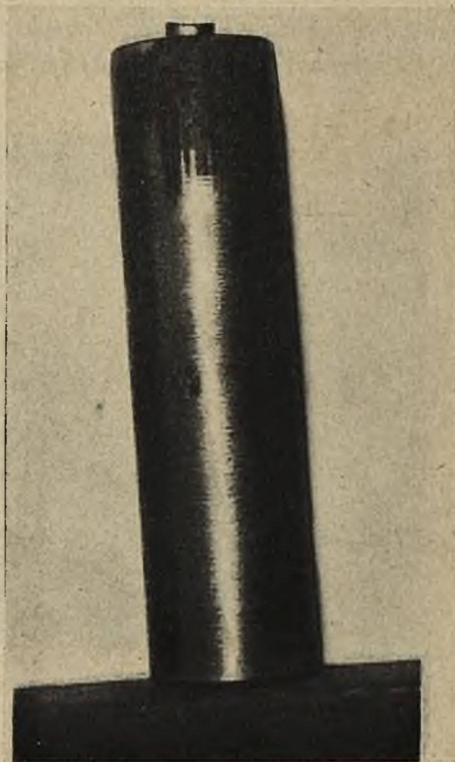
oporu, powodując mimośrodowość. Dokładność ustawienia narzędzi, ich współosiowość, oraz dokładność prasy również decyduje o ekscentryczności wyrobu.

Bardzo szkodliwemi są luzy prowadzenia w prasie tłoczącej. Najlepiej ustawiony względem matrycy tłocznik w tych warunkach zostaje podczas pracy przesunięty równolegle do osi i w rezultacie otrzymuje się skorupę ekscentryczną. Na fot. 4. widzimy takiego rodzaju skorupę. Ścianka z jednej strony wzdłuż całej skorupy była w tym wypadku cienka i przy zdzieraniu na tokarni pozostała nieobtoczoną.

Na fot. 5. widzimy skorupę po zdzieraniu z ekscentrycznością innego charakteru. Tutaj tylko w dolnej części ujawniła się ekscentryczność. Takiego rodzaju wada powstaje przeważnie wskutek niedokładnego oczyszczenia matrycy od opalenizny, która, pozostając w dolnej części matrycy, przylepia się do skorupy.



Rys. 4.
Skorupa ekscentryczna.



Rys. 5.
Ekscentryczność dolnej części skorupy.

Należy zaznaczyć, że w niektórych wypadkach ekscentyczność o podobnym charakterze otrzymuje się wskutek skrzywienia się tłocznika w stosunku do swojej obsady. Przy projektowaniu tłoczników trzeba dążyć do jak najmniejszej ich długości, ażeby zmniejszyć możliwość ich sprężynowania i skrzywienia.

Dla kontroli ekscentryczności jeszcze na gorąco stosuje się sprawdzanie skorup specjalnemi sprawdzianami. Daje to możność zawczasu zatrzymać przy masowej produkcji wykonywanie wadli-

wych skorup. Konstrukcja takich przyrządów zależna jest od rodzaju i wielkości półfabrykatu.

Stopień ekscentryczności decyduje o przydatności skorup do dalszego przerobu.

W niektórych wypadkach podczas przeciągania skorupy następuje przebicie lub wypchnięcie denka przez tłocznik. Spotyka się to szczególnie w tym wypadku, gdy konstrukcja komory wymaga ostrego zakończenia przy denku. Wtedy koniec tłocznika winien być również ostrym. Ażeby uniknąć podczas przeciągania przebicia, należałoby denko tylko dla celów tłoczenia niepomiernie zgrubić, co ze swej strony wymagałoby zwiększenia ilości materjału (bloczka). W takich wypadkach jest rzeczą korzystną przy możliwie cienkiem denku stosować po operacji tłoczenia, lecz przed przeciąganiem, specjalne zanurzanie denka do wody. Denko wskutek oziębienia zwiększa swoją wytrzymałość i przebicia podczas przeciągania nie następuje.

W wyjątkowych wypadkach po przeciąganiu wskutek nierównomiernego ostygania materjału skorupa wykrzywia się (fot. 6).



Rys. 6.
Skorupa anormalna.

Winą takiej deformacji jest lokalne oziębienie wyrobu, spowodowane w większości wypadków wodą, która w ten czy w inny sposób dostaje się na jego powierzchnię.

Skorupy, posiadające wykrzywienia w małym stopniu, są zwykle poprawiane przez powtórne nagrzewanie i odpowiednie przeciąganie. Na fot. 7. podano skorupę prawidłowo wytłoczoną.

Skorupy, ze względu na swoje przeznaczenie, powinny posiadać komorę wewnętrzną gładką. Z tych względów nagrzany bloczek przed włożeniem do prasy należy oczyszczać z utleniny (zendry). Na fot. 8. widzimy wnętrze połówki skorupy pokryte utleniną, która przed tłoczeniem nie była należycie zeskrobana z bloczka. Sko-



Rys. 7.
Skorupa normalna



Rys. 8.
Wnętrze skorupy z wtłoczoną utleniną (zendrą).

rupy po ostygnięciu oczyszcza się na specjalnych czyściarkach, co jednakże podraża koszt produkcji. Utlenina wogóle jest wysoce niepożądana w produkcji, gdyż między innemi niszczy narzędzia. Należy zanaczyć, że przy operacjach tłoczenia spala się część stali. Nasze obserwacje na 8126 szt. bloczków ciężaru ogólnego ~ 60.000 kg. do wyrobu pewnego kalibru skorup wykazały, że podczas procesów nagrzewania, tłoczenia i przeciągania traci się wskutek utlenienia na ciężarze 1,3% materjału.

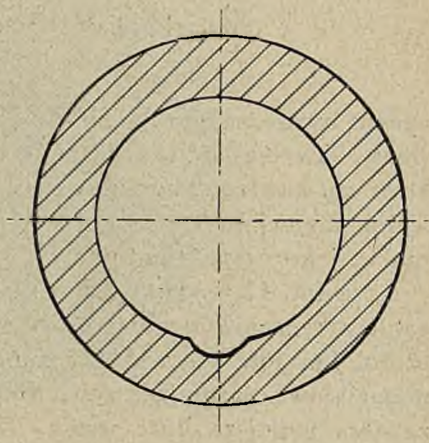
Przy tłoczeniu należy uważać na należyte oczyszczanie narzędzi od utleniny, a nawet od kawałeczków stali z bloka.

Na fot. 9, widzimy nosek tłocznika z przyklejoną warstewką stali produkcyjnej. Skorupa wytłoczona takim noskiem posiada wgłębienie podłużne równoległe do swej osi (rys. 10). Przeciąganie, zależnie od wielkości wklęśnięcia, może poprawić tę wadę, — lecz w większości wypadków pozostaje na skorupie lokalny ślad w postaci cieńszej ścianki.

Jeżeli grubość ścianki otrzymano w granicach dopuszczalnej tolerancji — skorupa jest dobra i może iść do dalszej obróbki, w



Rys. 9.
Nosek tłocznika z przylepką.



Rys. 10.

przeciwnym razie — podlega zabrakowaniu. Na fot. 11. podano przekrój podłużny części naszwejsowanej noska przed trawieniem. Makroskopowo, jak widać z fotografji, na przekroju prawie niemożliwie odróżnić materjał noska od przylepionej stali. Dopiero po wytrawieniu wyróżnia się jaśniejsza podłużna smuga stali przylepionej. Przekrój poprzeczny podanego okazu po wytra-



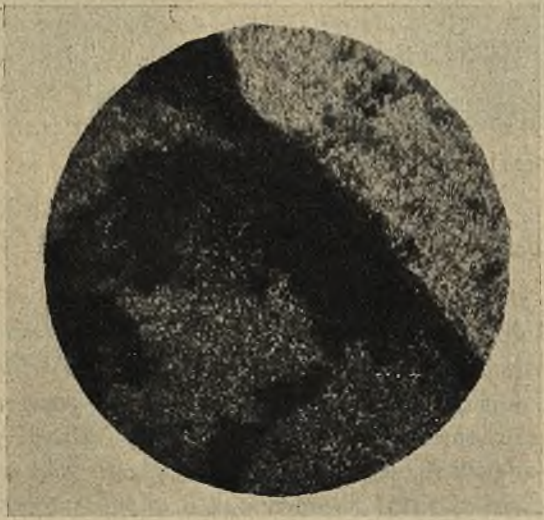
Rys. 11.
Przekrój podłużny części noska przed trawieniem.

wieniu uwidoczniono na fot. 12. Tutaj wyraźnie widzimy naszwejsowany kawałek stali o jaśniejszem zabarwieniu. Chłodząca woda, która po każdem tłoczeniu omywa tłocznik, hartuje przylepiony kawałek materjału i robi go wystarczająco wytrzymałym dla dalszej pracy, jako części tłocznika.

Na fot. 13. podano jedno z miejsc środkowych połączenia, gdzie zanieczyszczenia przeszkodziły przyszwejsowaniu. Lecz w dalszej części (na fot. 14) widzimy zupełnie dokładnie zeszwejsowanie się materjałów. Jaśniejsze zabarwienie wykazuje stal pociskową, która zawiera mniejszą ilość węgla. Należy zaznaczyć, że podany nosek był wykonany ze stali krajowej zalecanej swego czasu do takich robót.



Rys. 12. (x 4)
Przekrój poprzeczny części noska po trawieniu.



Rys. 13. (x 60).
Mikrostruktura przyszwejsowania się stali tłoczonej do noska.



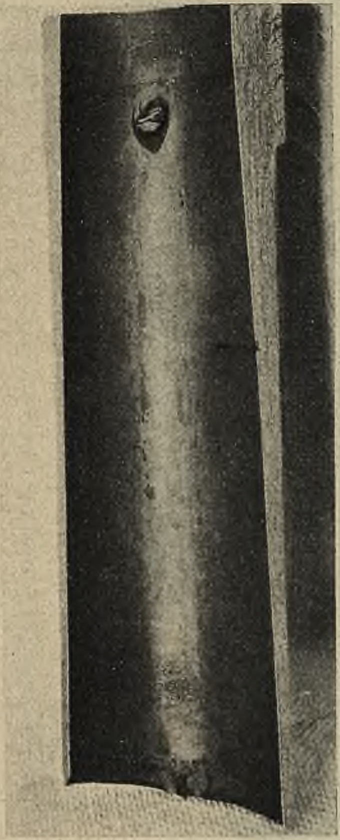
Rys. 14. (x 60)

Mikrostruktura przyszwejsowania się stali tłoczonej do noska.

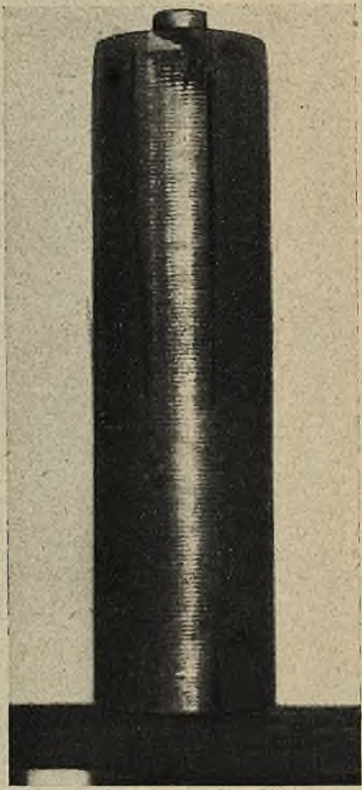
Na rysunku 15, widzimy część wnętrza skorupy z podobnie wgniecionym kawałkiem stali. Od brzegu skorupy idzie ślad od tłoczenia noska z przylepką w postaci jaśniejszego pasma obramowanego dwiema linjami. W końcowem położeniu tłocznika przylepka odpadła, pozostając w skorupie.

Skorupy z wadami podobnego charakteru kwalifikuje się jako braki kategoryczne.

Zdarzają się w praktyce wypadki przylepienia się stali tłoczonej do pierścieni podczas przeciągania. Wtedy pierścienie w takich miejscach posiadają średnicę, mniejszą i zarysowują zewnętrzną powierzchnię skorup. Na rys. 16. widzimy skorupę ośrutowaną z podłużnemi czarnemi rysami o charakterze brózd. W przekroju brózdy te mają kształt owalny. Kierunek ich po większej części jest równoległy do osi skorup. Skorupy takie często po ośrutowaniu posiadają na swej powierzchni ledwie widoczne cienie, jako pozostałość rys. Na fot. 17. przy powiększeniu 175 krotnem, uwidoczniono ryskę podobnego rodzaju. Jak widzimy, są to płytkie mechaniczne



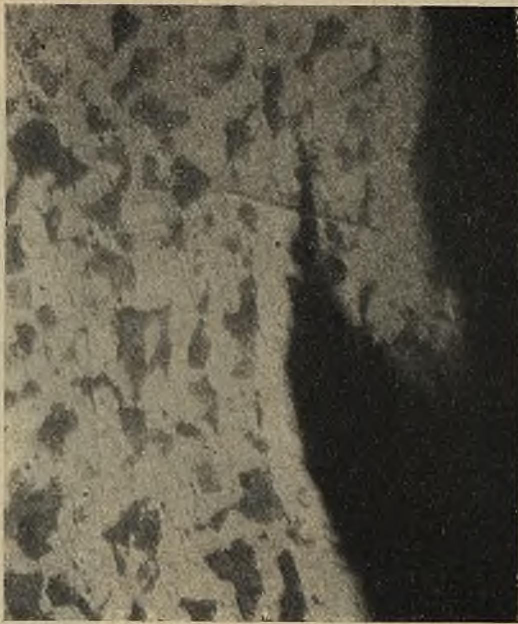
Rys. 15.
Wnętrze skorupy z wgniecionym kawałkiem stali.



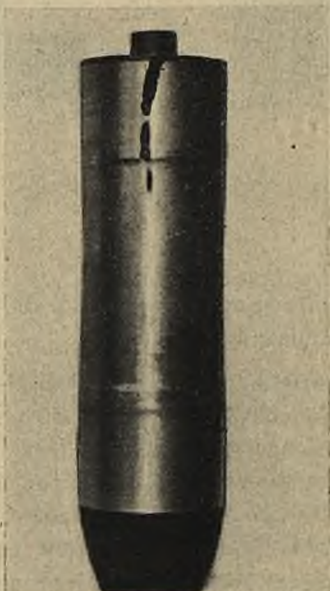
Rys. 16.
Skorupa ośrutowana z pozostałemi od tłoczenia brózdami.

zadarcia (w podanym wypadku głębokości do 0,15 mm), które łatwo usuwają się przy obtaczaniu.

W niektórych wypadkach kawałki stali tłoczonej przylepione do pierścieni przeciągających wciskają się do skorupy tłoczonej i nie są widoczne przy obróbce mechanicznej, lecz po obróbce termicznej, szczególnie podczas obtaczania, kawałeczki takie odpadają, jak to widzimy na fot. 18. Takiego rodzaju wady kwalifikują skorupy do braków. Dla uniknięcia podobnych błędów należy przed przeciąganiem dobrze czyścić pierścienie od ewentualnych przylepek i utleniny.



Rys. 17. (x 175).
Mikrostruktura ryski.



Rys. 18.
Skorupa po termicznej obróbce z ujawnionemi wgniecionemi kawałkami stali.

Jednakże w wielu wypadkach brózdy i przylepki zewnętrzne powstają wskutek winy materjału. Jeżeli bloczek posiada pewne wady hutnicze, jak to mamy na rys. 19, to podobnego charakteru wgłębienia również mogą się zdarzyć. Dokładny odbiór stali do tło-



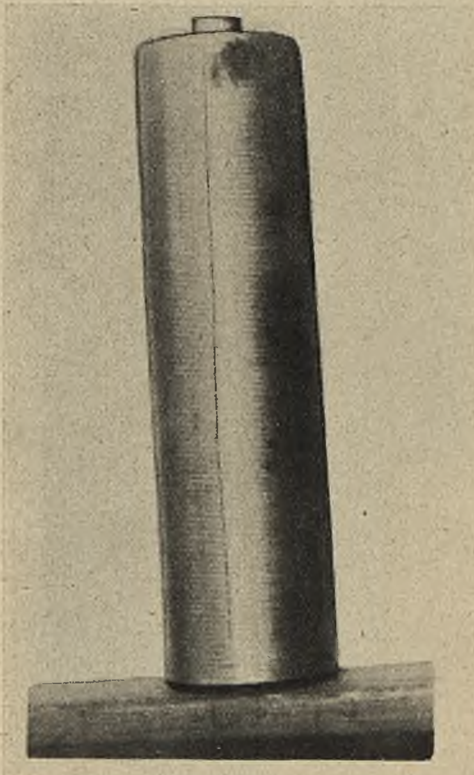
Rys. 19.
Bloczek z wadą hutniczą.

czenia w pewnej mierze zabezpiecza od podobnych wypadków, lecz nie wyklucza ich.

Zwykle każdy poszczególny wypadek otrzymania braków takiego rodzaju należy traktować indywidualnie.

W skorupach przy zdzieraniu czasem ujawniają się na powierzchni zewnętrznej cienkie rysy ciemne, podłużne o głębokości kilku milimetrów (fot. 20).

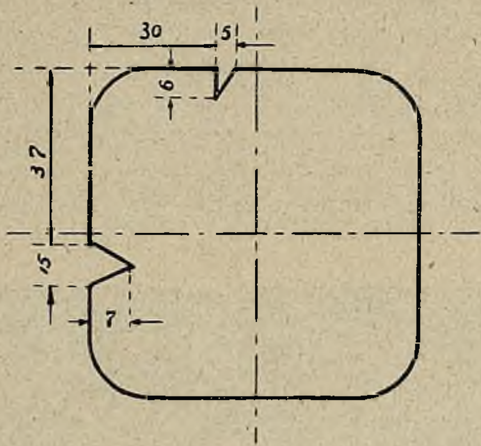
W celu przestudjowania możliwości powstawania podobnego rodzaju rys podczas tłoczenia, wykonano specjalne próby. W bloczku o przekroju 75 $\times$ 75 mm zostały wypiłowane 2 rysy podłużne o ostrym profilu: jedna głębokości 6 mm, druga 7 mm, jak wskazano



Rys. 20.
Rysa podłużna.

na rys. 21. Bloczek nagrzewano w warunkach normalnych tak, jak nagrzewa się przy produkcji. Utleninę z powierzchni tendencyjnie nie oczyszczono. Po wytłoczeniu skorupy rysy zamknęły się wraz z tlenkami żelaza. Głębokość rysy po wytłoczeniu wynosiła 1,2 mm. i 1,5 mm.

Na fot. 22. podano przy powiększeniu 175-krotnem zakończenie takiej rysy. Jak widzimy tlenki dyfundowały wewnątrz metalu.



Rys. 21.
Szkic wyciętych rowków w kęsie 75 x 75 mm przed tłoczeniem.



Rys. 22. (X 175)
Mikrostruktura zakończenia sztucznej rysy po tłoczeniu skorupy.

W dalszym ciągu doświadczenia w skorupie oziębionej po tłoczeniu zostały nacięte dwie nowe podłużne rysy o głębokości 5 mm. Skorupę nagrzano w piecu i przeciągnięto na prasie w warunkach normalnych. Rysy zamknęły się i nazewnątrz w skorupie surowej nie były widoczne, lecz po wycięciu pierścienia ze skorupy rysy uwidoczniły się: jedna posiadała głębokość 2,9 mm, druga 3,2 mm. Na fot. 23, podano zakończenie takiej rysy przy powiększeniu 175-krotnem.



Rys. 23. (X 175)
Mikrostruktura zakończenia rysy sztucznej po przeciąganiu skorupy.

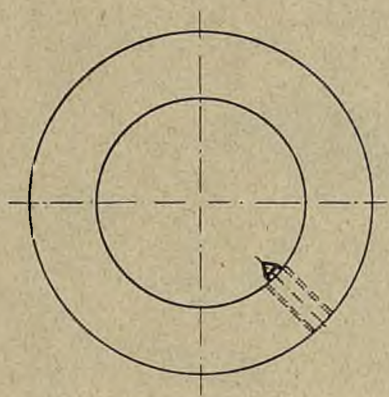
Przy następnem doświadczeniu nacięto w bloczku na kantach 2 podłużne rysy głębokości 9 mm każda. Skorupa wytłoczona i przeciągnięta w normalnych warunkach posiadała po zdzieraniu rysy na zewnętrznej powierzchni o głębokości 4,5 mm i 4 mm. Rysy te makroskopowo wcale nie różniły się od rys, otrzymanych na kielichach wyprodukowanych z bloczków posiadających rysy walcownicze.

Rzecz zrozumiała, że podczas nagrzewania bloczka w piecu, przed tłoczeniem w miejscu napiłowanem stal utleniła się, i pod-

czas tłoczenia rysy zamknęły się wraz z tlenkami. Stąd kolor rys ciemny zbliżony do koloru utleniny.

W przypuszczeniu, że rysę może z tych czy innych przyczyn spowodować pierwszy pierścień przeciągający, a drugi rysę tę zamknie — w pierwszym pierścieniu sztucznie został umocowany cylindryczny trzpieniek wysokości 5 mm (rys. 24).

Pierścień pierwszy rzeczywiście wykonał brózdę, a drugi zamknął ją, lecz tylko częściowo. Kilkakrotne próby wykazały, że rysy



Rys. 24.

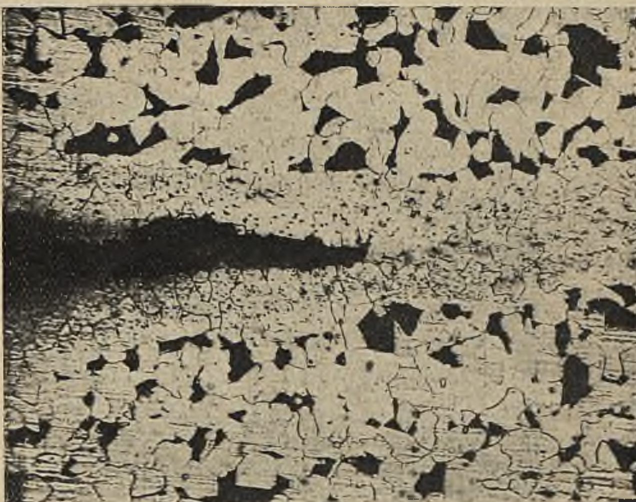
takie przy przeciąganiu nie zamykają się na całej długości skorupy. Kolor rysy w miejscach zaciśniętych jest jasny — szarawy.

Z powyższych badań należy przyjść do wniosku, że cienkie rysy podłużne ciemne (prawie czarne) obserwowane na kielichach są rysami hutniczemi, które materjał w pręciskach lub blokach już posiadał. Rysy podobnego charakteru z przyczyny tłoczenia mogą powstawać tylko wtedy, jeżeli bloczek posiada uszkodzenia wzdłużne o charakterze głębszych nacięć.

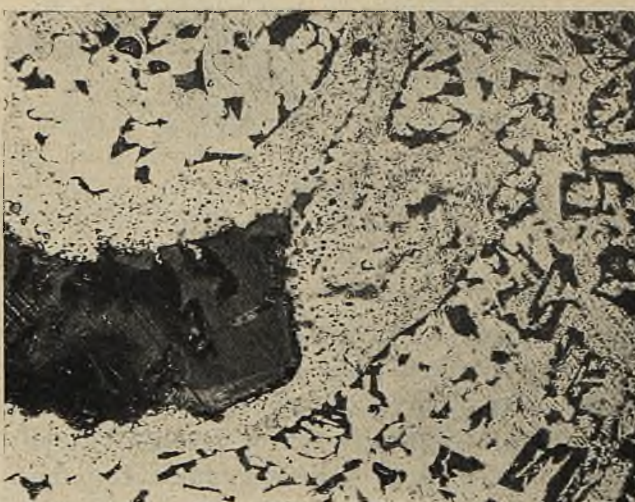
Podczas przeciągania rysy mogą powstawać od zanieczyszczenia pierwszego pierścienia, lecz wtedy są one szerokie. Stal podczas przeciągania między pierścieniami nie zdąży w miejscu wgniecienia utlenić się — materjał zamknie się, i rysę otrzyma się koloru jasnego.

Rysy na skorupach pochodzenia hutniczego pod mikroskopem różnią się od rys, które mogą być otrzymane sztucznie przy tłoczeniu.

Na fot. 25 i 26 przy jednakowem powiększeniu widzimy charakter zakończenia rys. Rysa walcownicza posiada zakończenie ostre, natomiast rysa sztucznie otrzyma od napiłowywania ostrym pilnikiem bloka — w skorupie wytłoczonej i przeciągniętej posiada charakter prostokątny. Mniejszy zgniot przy tłoczeniu i przeciąganiu nie mógł



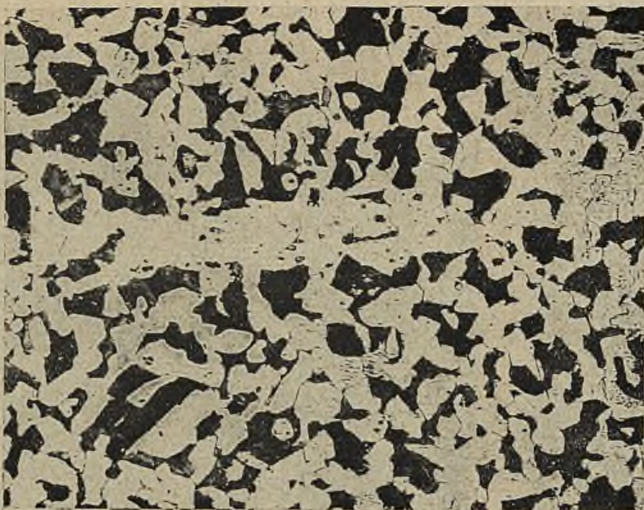
Rys. 25. (× 175)
Mikrostruktura zakończenia rysy walcowniczej w przeciągniętej skorupie.



Rys. 26. (× 175)
Mikrostruktura zakończenia rysy sztucznej w przeciągniętej skorupie.

wydłużyć zakończenia rysy tak, jak to otrzymuje się w rysie walcowniczej.

Pozatem przy badaniu przedłużenia rysy pochodzenia hutniczego ujawniają się i inne wady, jak warstwowość ferrytowa fot. 27, a nawet niekiedy i pęcherzyki fot. 28. Należy zaznaczyć, że kilkakrotne badania wykazały zpawiska podobnego rodzaju.



Rys. 27. (X 175)
Warstwowość.



Rys. 28. (X 175).
Pęcherz.

Podczas produkcji zachodzą wypadki, że nosek tłocznika bądź to z powodu niewłaściwej termicznej obróbki, bądź to wskutek wadliwego chłodzenia odpuszcza się. Wskutek tego nosek w samym końcu podczas tłoczenia zgniata się (siada), tworzy wybrzuszenie, które nadaje skorupie przy denku formę charakteru grzybkowatego.

Po przeciąganiu normalnem zniekształcona forma skorupy pozostaje (fot. 29 i 30). Zawczasu zauważona w skorupie podobnego ro-



Rys. 29.
Przekroje skorup z wybrzuszeniem po tłoczeniu i przeciąganiu oraz nosek, którym tłoczono skorupy.

dzaju wada może być zmniejszona lub nawet usunięta (zależnie od wielkości wybrzuszenia), o ile zastować do przeciągania pierścienie o możliwie najmniejszej dopuszczalnej średnicy.

Skorupy, które posiadają ścianki w części zdeformowanej za cienkie, kwalifikują się jako braki.

Wskutek nieprawidłowo skonstruowanych narzędzi mogą następować przewężenia w skorupach podczas przeciągania (fot. 31), a czasem nawet rozerwanie się na dwie połówki.

Na fot. 32 ,widzimy takiego rodzaju okaz, który otrzymano przy próbach uruchomienia nowej produkcji.



Rys. 30.
Skorupa z wybrzuszeniem przy dnie po przeciąganiu.



Rys. 31.
Skorupa z przewężeniem.

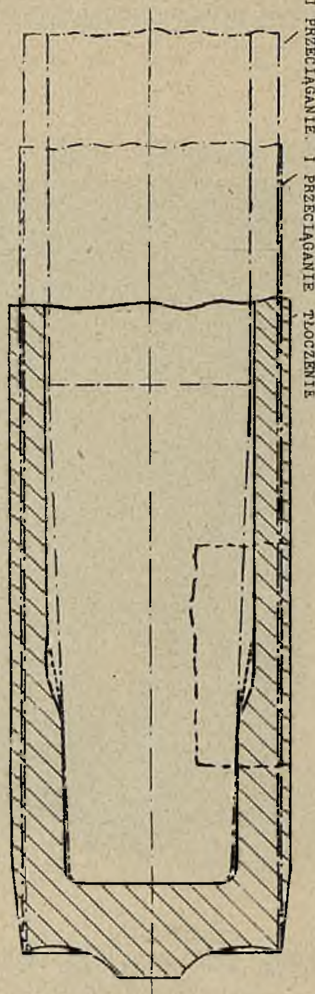
Na rys. 33. podano zestawienie formy skorupy podczas tłoczenia i przeciągania, przy konstrukcji których otrzymywało się skorupy z przewężeniem. Zbyt raptowne przejście noska tłocznika z mniejszej średnicy na większą było przyczyną tej wady.

Ze zmianą kształtu noska według linji podanej na rysunku jako drobno-punktowanej, gdzie jak widzimy przejście to złagodziło się, przewężenie zostało usunięte.

W produkcji już uruchomianej również podobnego rodzaju wypadki mogą zachodzić. Matryca, jak podano na rys. 34, przy stałej produkcji, często wyrabia się w części, gdzie bloczek opiera się w pierwszym momencie wkładania (pierścień A—B). Przy silnie



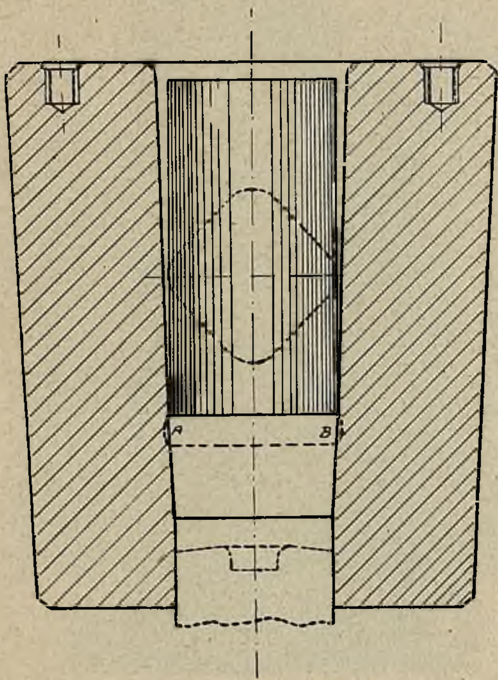
Rys. 32.
Skorupa, która się rozerwała
przy przeciąganiu.



Rys. 33.

wyrobionej matrycy kielich wytłoczony będzie posiadał na zewnętrznej powierzchni rodzaj pierścieniowego odcisku. Przy przeciąganiu drugi pierścień prasy będzie miał do pokonania opór nadmiaru materjału, który zaklinowuje skorupę.

Tłocznik, ciągnąc przy pomocy denka pierwszą część skorupy do garbu, rozrywa ją lub w lepszym razie daje przewężenie. Zaklinowanie się skorupy w pierścieniach przeciągających może również



Rys. 34.
Przekrój matrycy z utkwionym bloczkiem.

zachodzić wskutek zbyt silnego oziębienia drugiej połówki skorupy. Stal tracąc plastyczność utrudnia przejście przez pierścień. Tłocznik działając na denko kielicha — powoduje przewężenie lub rozerwanie się.

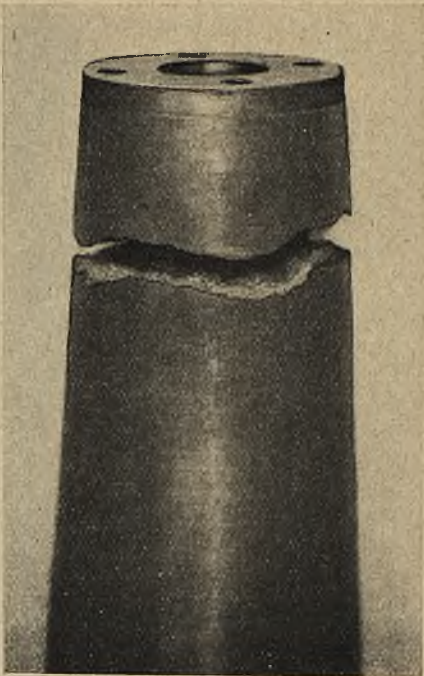
Wypadki takie zachodzą w produkcji naogół bardzo rzadko.

Przy zbyt małym przekroju matrycy a szczególnie przy niezbyt dokładnem jej wpasowaniu może zachodzić jej pękanie.

Na fot. 35. widzimy takiego rodzaju wypadek. Na fot. 36. uwidoczniono tę samą matrycę, lecz ze zdjętą połówką. Skorupa wyjęta z takiej matrycy może należeć również do braków.

Zwiększenie grubości ścianek podanej matrycy dało zupełnie dobre wyniki. Wypadek przytoczony należy do wyjątkowych i zaszedł przy próbach ustalenia narzędzi dla nowej produkcji.

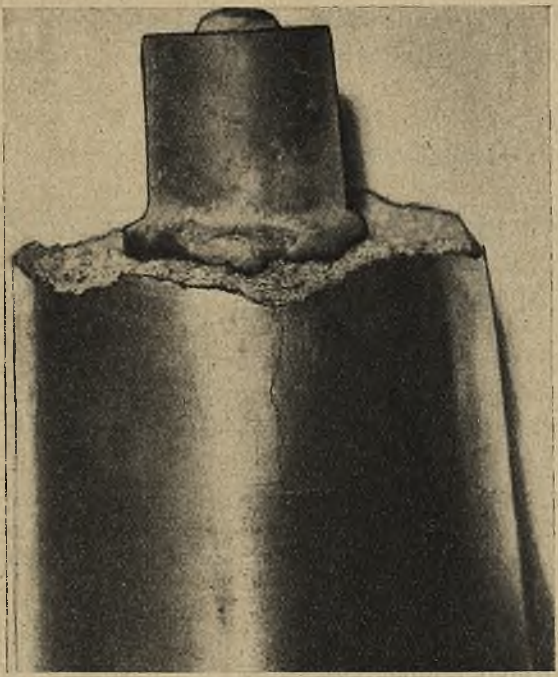
Omawiając wady skorup spowodowane tłoczeniem należy przy-



Rys. 35.
Pęknięcie matrycy.

pomnieć o tworzeniu się przy dnie skorupy grudek. Jak wiadomo, przyczyną powstawania grudek jest po większej części kształt noska tłocznika, aczkolwiek sposób tłoczenia również odegrywa dużą rolę. Przy tłoczeniu w matrycach zamkniętych — grudek w kielichach spotyka się mało. Sprawa grudek w literaturze technicznej była omawiana kilkakrotnie, z tych względów jest znana i nie będziemy się na niej zatrzymywali.

Opisane wady są wynikiem spostrzeżeń dokonanych bezpośrednio w warsztacie. Jak widzimy, są one dość różnorodne. Najwięcej zwykle braków otrzymuje się przy uruchomieniu nowej produkcji, szczególnie przy ustaleniu narzędzi. Przy produkcji unormowanej braki



Rys. 36.

Pęknięcie matrycy.

również są nieuniknione, bądź to jako skutek przypadku, zużycia pras, narzędzi, bądź też wskutek nieuwagi lub niedoglądu pracowników.

Jednakże należy dążyć do jak najmniejszej ich ilości. Przy obecnych warunkach technicznych dla unormowanej ciągłej produkcji 0,5% braków tłoczenia należy uznać za wynik dobry.

Kpt. rez. inż. MONASTERSKI STANISŁAW.

O ZASTOSOWANIU NIEKTÓRYCH CUKRÓW W PRZEMYŚLE WOJENNYM.

Badając związki nitrowe niektórych węglowodanów wpadłem na myśl, czy nie dałoby się zastosować estrów azotowych sacharozy i maltozy jako materjału kruszącego do napełniania granatów i bomb, a także w technice minerskiej.

Badania moje szły w kierunku otrzymania trwałej pochodnej nitrowej maltozy i sacharozy jako dwóch cukrów dostępnych, tanich i umożliwiających umieszczenie w cząsteczce maksymalnej ilości nitrogrup No_2 (do ośmiu)

Próby użytkowania sacharozy w technice wojennej były czynione już dawniej, jednak bez większych wyników dodatnich. Naprzykład badano t. zw. „petragit" — materjał wybuchowy mający za podstawę nitrosacharozę — prawdopodobnie ośmionitrosacharozę.

Produkt ten był bardzo nietrwałym, wrażliwym na działania mechaniczne i termiczne a więc niebezpiecznym w użyciu, z tego powodu nie znalazł zupełnie zastosowania w technice artyleryjskiej ani saperskiej.

Otrzymanie ośmionitrosacharozy $C_{12} H_{14} O_3 (ONO_2)_8$.

Przy wyczerpującej nitracji sacharozy przez kwas azotowy powinna zajść następująca reakcja:

$$C_{12} H_{22} O_{11} + 8 HNO_3 = C_{12} H_{14} O_3 (ONO_2)_8 + 8 H_2 O$$

Reakcja ta będzie szła w tym kierunku do końca jedynie wtedy, gdy przy działaniu kwasu azotowego nie będzie występo-

wało wcale utlenianie sacharozy z powodu znajdujących się zawsze w kw. azotowym niższych tlenków azotu. Nietrwałość estrów azotowych sacharozy powodowały właśnie te produkty utleniania.

O powstawaniu tych związków przekonałem się doświadczalnie podczas próbnych nitracyj sproszkowanej sacharozy (pudru cukrowego).

Nitroprodukt przedstawiał niejednorodną izomorficzną masę koloru białawego, w której dość gęsto były rozsiane żółte i bronzowe ugrupowania.

Punkt topnienia tej substancji wahał się w szerokich granicach od 23° — 48°. Poddana stopniowemu ogrzaniu substancja rozkładała się z silnym wybuchem już przy 80°.

Wyniki analizy elementarnej na azot były różne. Zawartość azotu wahała, z 4 próbek substancyj otrzymanych w tych samych warunkach, od 12,2% do 14,1%; podczas gdy teoretyczna procentowa zawartość azotu w ośmionitrosacharozie powinna wynosić 15,95% N.

Celem uniemożliwienia utleniania się sacharozy podczas nitracji zastosowałem dwie metody.

Metoda I

20 g. sproszkowanej sacharozy zmieszałem z 0,6 g. azotanu mocznika

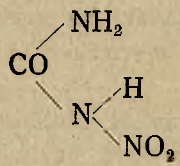
$$CO\begin{matrix} \diagup NH_2 \\ \\ \diagdown NH_2 \end{matrix}\ HNO_3$$

i mieszaninę tę przy chłodzeniu do 0° poddałem działaniu kw. azotowego o c. wł. 50 Bé. Po wprowadzeniu małemi porcjami 100 g kwasu przy ciągłem mieszaniu i po rozpuszczeniu się pudru — kroplami dodawałem 100 g oleum (10% SO_3). Przy wydzielaniu się dymów tlenków azotu zamykałem dopływ oleum i, silnie poruszając zlewką w mieszaninie chłodzącej, ochładzałem do — 2 — 4°. Cały proces nitracji trwał około 40 minut.

Następnie całą zawartość zlewki wylewałem do wody z lodem. Nitroprodukt wydzielał się natychmiast w postaci białej serowatej masy.

Masa ta po przemyciu na filtrze wodą, następnie 1% roztworem sody i następnie znów wodą, aż do zaniku alkalicznej reakcji

na lakmus, po przekrystalizowaniu frakcyjnem z mieszaniny 1 cz. alkoholu i 2 cz. eteru, celem oddzielenia utworzonego w czasie nitracji nitromocznika



i wysuszenia ważyła 34,6 g, co stanowi wydatek 173% licząc na 100 cz. sacharozy.

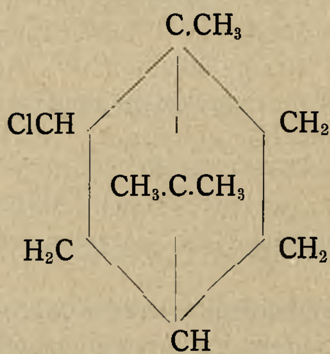
Własności otrzymanego związku

Białe błyszczące blaszki o ciężarze właściwym 1.67 (stopiona i skrzepnięta). Punkt topnienia 80 — 81°.

Rozpuszczalna w alkoholu i eterze (gorzej). Prawie nierozpuszczalna w eterze octowoetylowym ($CH_3CO_2 \cdot CH_2CH_3$). Optycznie czynna; jej skręcalność w roztworze alkoholowym $\alpha_{20} = +24^0$. Przeciętne wyniki z trzech oznaczeń analizy elementarnej są następujące: C = 20,39%; O = 61,4%; H = 1,99%; N = 15,85%. Ciężar cząsteczkowy z oznaczenia ebuljoskopowego 698,3. Teoretycznie dla ośmionitrosacharozy powinno być: C = 20,51%; O = 60,55%; H = 1,99%; N = 15,95%. M = 702,0.

Metoda II.

20 g sacharozy zmieszanej z 0,8 hydrochlorku pinenu



— p. topn. 125°

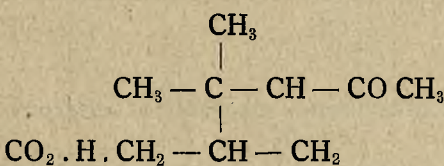
nitrowałem przy 0^0 mieszaniną nitrującą o następującym składzie:

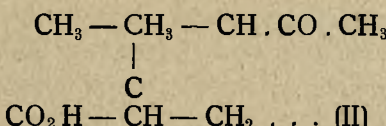
50%	$H_2 So_4$	(66 Bé)
30%	HNo_3	(48 Bé)
5%	So_3	(100%)
7%	H_2O	

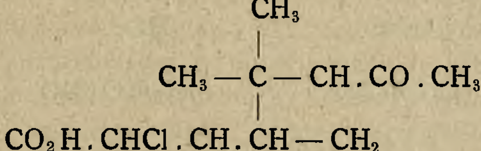
Stosunek wagowy tej mieszaniny do cukru równał się 15:1 tak, że na 20 g cukru zużyłem 300 g mieszaniny nitrującej.

Po rozpuszczeniu się pudru, co trwało około 20 minut, ogrzewałem zlewkę na łaźni wodnej w przeciągu godziny do 80^0 i następnie, wylawszy zawartość zlewki do wody z lodem, przesączyłem i przemyłem jak i przy poprzedniej metodzie utworzony serowaty nitroprodukt.

Przemyty nitrozwiązek destylowałem w strumieniu pary wodnej. Do destylatu przeszła reszta kwasów pinowego (I), pinonowego (II) i chloropinowego (III)


. . . (I)


. . . (II)



powstałych w czasie nitracji przez utlenienie hydrochlorku pinenu i niezupełnie wydzielonych w czasie sączenia i przemywania.

Pozostałość w kolbie po przekrystalizowaniu w alkoholu ważyła 35 g, co stanowi wydatek 175%, licząc na 100 cz. sacharozy wyjściowej.

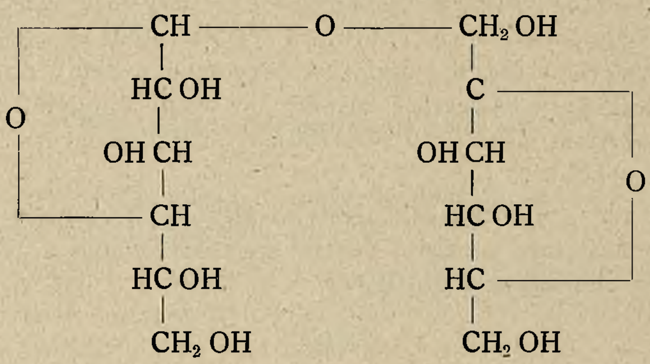
Własności fizyczne otrzymanej w ten sposób ośmionitrosacharozy były te same, co i przy metodzie I-ej.

Skład chemiczny następujący (przeciętny z 3 oznaczeń).

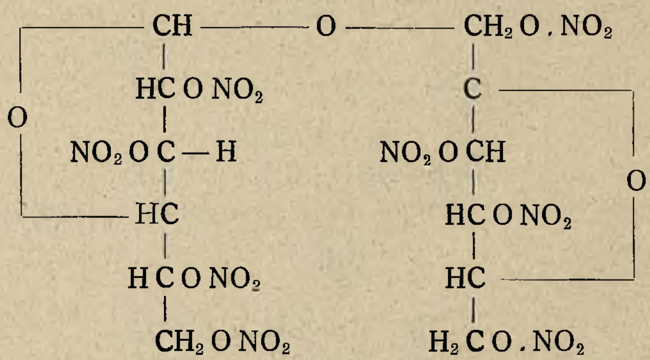
C = 20,48%; O = 61,51%; H = 2,00%; N = 15,91%.

Ciężar cząsteczkowy 700,5.

Przyjmując dla sacharozy w/g Irvine'a i Haworth'a budowę



wzór strukturalny otrzymanej ośmionitrosacharozy jest następujący:



Badanie na własności wybuchowe dało następujące wyniki.

Ciepło rozkładu wybuchowego w bombie kalorymetrycznej 950 kalorji. (Liczone na 1 kg przy wodzie płynnej). Temperatura, przy której następuje wybuch i całkowite spalenie, ~ 170°. Nie tworzy soli i nie jest higroskopijna. Wybucha od spłonki 2 g rtęci piorunującej.

Badanie na wrażliwość kafarem.

L. p. badania	Ilość ośmionitrosacharozy g	Wysokość padania	Działanie	Temp. °C	Ciężar bloku kg
1	0.1	10	Żadne	20°	2
2	0.1	15	Niepełny wyb.	"	"
3	0.1	20	Wybuch	"	"
4	0.1	25	Detonacja	"	"

Próba Trauzl'a.

L. p. badania	Ilość ośmionitrosacharozy g	Rozdęcie (odjęto 61 cm³ na objętość otworu bomby i 17 cm³ na zapalnik)	Temperatura °C
1	10	300 cm³	20°
2	10	286 cm³	"
3	10	304 cm³	"

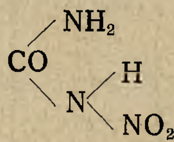
Jak widać z tych danych, siła wybuchowa ośmionitrosacharozy jest zbliżona do trójnitrotoluolu (trotylu). Koszt jej otrzymania jest tani i możność otrzymania w ilościach nieograniczonych, podczas gdy otrzymywanie w dużych ilościach trotylu stoi na przeszkodzie mała zawartość toluolu w mazi pogazowej. Otrzymywanie ośmionitrosacharozy metodą pierwszą jest dogodniejsze, gdyż wymaga mniej czynności, a następnie dla technicznego użytku nie jest koniecznem oddzielenie jej od nitromocznika. Obecność jego jest nawet pożądana jako stabilizatora i rezerwy tlenu do kompletnego spalenia, co podniesie ilość i temperaturę gazów.

Otrzymanie ośmionitromaltozy i „maltobenzytu".

Do czystej maltozy w ilości 20 g, poprzednio wysuszonej celem wydalenia wody krystalizacyjnej, dodano 0,8 g azotanu mocznika i po dokładnem sproszkowaniu nitrowano w temperaturze 0° kwasem azotowym w ilości 80 g, o c. wł. 1,50.

Po wprowadzeniu całej ilości kwasu ostrożnie cienkim strumieniem dodano 100 g 25% oleum, uważając, by się nie wydzielały brunatne dymy tlenków azotu.

Po rozpuszczeniu pudru ogrzano mieszaninę do 80° i po wylaniu zawartości do zimnej wody z lodem przesączono i przemyto 1% roztworem sody i znów wodą, aż do zaniku alkalicznej reakcji na lakmus.

Utworzony nitromocznik  oddzielono zapomocą frakcyjnej krystalizacji.

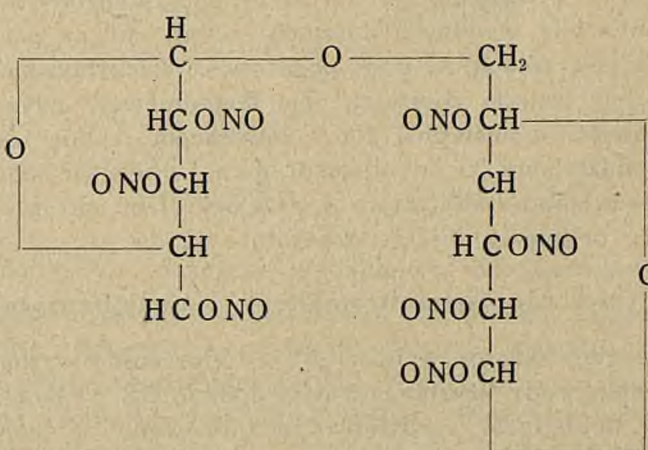
Ciężar ośmionitromaltozy po wysuszeniu 31,8 g., co stanowi wydatek 159% na 100 cz. maltozy.

Własności otrzymanego produktu.

Tabliczki koloru masy perłowej o punkcie topnienia 135°. Ciężar właściwy w stanie stopionym i skrzepniętym 1,62. Skręcalność w roztworze alkoholowym $\alpha_{20} = +39{,}5^{\circ}$. Rozpuszczalny w alkoholu i eterze. Słabo rozpuszalny w estrze octowoetylowym.

Skład chemiczny: C = 20,50%; 0 = 61,52%; H = 2,01%; N = 15 97%. Cięźar cząsteczkowy 703,8.

Budowa otrzymanej ośmionitromaltozy jest



Temperatura, przy której następuje wybuch i całkowite spalenie, 171—180°. Ciepło rozkładu wybuchowego 1025 kaloryj.

Ponieważ otrzymana nitromaltoza była nieco wrażliwa na działania mechaniczne i zbyt higroskopijna, zastosowałem połączenie jej z inną podstawą czynną, celem otrzymania czegoś w rodzaju dynamitu żelatynowego.

W tym celu zmieszałem 20 g sproszkowanej nitromaltozy z 10 g. dwunitrobenzolu $C_6 H_4 (NO_2)_2$ p. topl. 40° w 90 cm^3 benzolu i mieszając i ugniatając uformowałem jednorodną plastyczną masę. Masa ta następnie została ogrzana do 85° celem odparowania benzolu i szybko ochłodzona. Po ostygnięciu otrzymałem białą niekrystaliczną masę. Masa ta poddana badaniom wykazała następujące własności.

Temperatura rozkładu wybuchowego ~ 200°. Ciepło wybuchu w bombie kolorymetrycznej 936 kaloryj. Wybucha od spłonki 2 gramowej rtęci piorunującej.

Poniższe tablice przedstawiają własności otrzymanego materjału wyb. nazwanego przezemnie „maltobenzytem" badanego kafarem i w bombie Trauzl'a.

Tablica I

Badanie kafarem (ciężar bloku 2 kg.).

L. p. próby	Ilość maltobenzytu g	Wysokość podania cm	Działanie	Temperat. °C
1	0,1	30	Żadne	20°
2	„	40	„	„
3	„	50	Niekompl. spalenie	„
4	„	60	Niekompl. spalenie	„
5	„	70	Niepełny wybuch	„
6	„	80	Detonacja	„
7	„	90	Detonacja	„

Tablica II

Badanie bombą Trauzl'a.

L. p. próby	Ilość maltobenzytu g	Rozdęcie cm^3	Temperatura ^0C
1	10	257	20^0
2	"	262	"
3	"	260	"

623.570.3

Mjr. w st. sp. inż. LUBAŃSKI STANISŁAW.

PROJEKT WSTĘPNY DZIAŁA ARTYLERJI LEKKIEJ (OBLICZENIE OPOROPOWROTNIKA).

W numerze 5-tym „Wiadomości Techniczno Artyleryjskich" z 1930 r. (str. 583) podaliśmy wstępny projekt lufy działa według metody, przyjętej w Wyższej Szkole Technicznej Artylerji w Paryżu.

Niniejsza praca jest logicznym dalszym ciągiem wspomnianego artykułu i omawia na przykładzie obliczenie hydro-pneumatycznego oporopowrotnika do powyższego działa.

Przy obliczeniach założymy, że działo jest przeznaczone do działania w polu, a więc taktyka użycia lekkiej polowej artylerji narzuci nam w głównych zarysach wymiary, które powinno posiadać podobne działo, a mianowicie: warunek ruchliwości działa będzie wymagał nieprzekroczenia pewnego całkowitego ciężaru działa na stanowisku, jak również warunek zwrotności w terenie niepozwala na przekroczenie pewnej maksymalnej odległości od ogona łoża do środka ciężkości działa; tor działa będzie płaski, a więc stateczność działa powinna być zachowana przy kącie strzału $\alpha = 0^0$, jak również i wysokość działa na pozycji powinna być możliwie mała.

Podobnie, jak wyżej wspomniany wstępny projekt lufy działowej, niniejszy przykład liczbowy jest jednym z projektów, wykonanych w Wyższej Szkole Technicznej Artylerji w Paryżu wg. teorji pułkownika Thomas.

Przy obliczeniu oporopowrotnika założymy więc:

$P_t = 1250$ kg, ciężar całkowity działa na stanowisku;

$l_o = 2{,}30$ m, odległość środka ciężkości działa do lemiesza;

$H = 1{,}00$ m, wysokość linji odrzutu nad oparciem ogona łoża;

$L = 1{,}25$, maksymalna długość odrzutu;

$x_o = 0{,}05$ m, odległość od początku odrzutu do punktu, w którym kończy się rozprężanie gazów (przebieg masy odrzutowej).

Oprócz tego przyjmujemy, że 1) oporopowrotnik będzie posiadał otwory o zmiennym przekroju, 2) siła tarcia (opory bierne) działająca przy odrzucie nie przekroczy 450 kg, 3) napięcie początkowe powrotnika przy strzelaniu równa się 800 kg.

Do tego należy dodać dane, uzyskane przy obliczaniu lufy, a mianowicie:

$P_r = 650$ kg, ciężar lufy;

$m = 66{,}25$ masa lufy;

$p = 7$ kg, ciężar pocisku;

$V_o = 600$ m/s, szybkość początkowa;

$\omega = 0.942$ kg, ciężar ładunku prochu.

Przystępując do obliczenia oporopowrotnika na zasadzie powyższych danych, w pierwszym rzędzie powinniśmy się przekonać, czy stateczność działa będzie zachowaną przy kącie strzału $\alpha = 0^0$.

W tym celu z równania Piobert'a

$$P_r v_o = p\, V_o \left(1 + 2{,}5 \frac{\omega}{p}\right)$$

określimy szybkość v_o odrzutu; będziemy mieli

$$v_o = \frac{7.600 \left(1 + 2{,}5 \frac{0{,}942}{7}\right)}{650} = 8{,}64 \text{ m/s.}$$

Żywą siłę odrzutu znajdziemy z równania

$$W_1 = \tfrac{1}{2} m v_o^2,$$

będziemy więc mieli

$$W_1 = \tfrac{1}{2} \,.\, 66{,}25 \,.\, 8{,}64^2 = 2472{,}78 \text{ kgm.}$$

Równanie prostej stateczności będzie

$$y = \frac{P_t l_o - P_r x \cos\alpha}{H}.$$

gdzie x jest długością odrzutu w rozpatrywanej chwili.

Całkując powyższe równanie w granicach od początku do końca odrzutu, przy kącie $\alpha = 0^0$, otrzymamy wielkość oporu, równoważącego żywą siłę odrzutu.

Aby zabezpieczyć się przed zawsze możliwemi wypadkami podczas strzelania, jak naprzykład, wypadkowe zwiększenie początkowej szybkości pocisku lub zmniejszenie siły tarcia opornika, przyjmujemy spółczynnik bezpieczeństwa 0,9 i będziemy wymagali, aby żywa siła odrzutu była

$$W_1 \leqslant 0{,}9 \int_{x=0}^{x=L} y dx.$$

Przy całkowaniu wyrażenia

$$0{,}9 \int_0^L y dx$$

otrzymamy

$$0{,}9\,(1250 \,.\, 2{,}30 \,.\, 1{,}25 - \tfrac{1}{2} \,.\, 650 \,.\, 1{,}25^2) = 2778 \text{ kgm.}$$

widzimy więc, że przy założeniu najniedogodniejszych warunków stateczność działa będzie jeszcze zachowaną, ponieważ $W_1 = 2472{,}78$ kgm.

Równanie prostej stateczności oporopowrotnika przy kącie strzału $\alpha = 0^0$ możemy napisać w postaci

$$y = p + qx,$$

gdzie

$$p = 0{,}9 \frac{P_t l_o}{H}; \quad q = 0{,}9 \frac{P_r}{H}$$

Dla naszego przykładu równanie prostej stateczności będzie zatem:

$$y = 0{,}9 \,.\, 1250 \,.\, 2{,}30 - 0{,}9 \,.\, 650\, x = 2587{,}5 - 585\, x.$$

Za początek badanego ruchu przyjmiemy punkt, w którym kończy się rozprężanie gazów, a mianowicie odległość $x_o = 0{,}05$ m od początku odrzutu; w takim razie równanie prostej stateczności dla naszego przykładu będzie:

$$y = 2587{,}5 - 585 \,.\, 0{,}05 - 585\, x = 2558{,}25 - 585\, x\,;$$

możemy więc przyjąć, że w danym wypadku:

$$p = 2558{,}25; \quad q = -585.$$

Jak to wyżej założyliśmy, w punkcie $x_o = 0{,}05$ m szybkość odrzutu będzie największa; możemy ją określić odejmując od żywej siły W_1 pracę W_{xo}, wykonaną od początku odrzutu do punktu x_o.

Praca, wykonana od początku odrzutu do punktu x_o, będzie

$$W_{xo} = \frac{p + \psi(\alpha)}{2} \cdot x_o\,,$$

gdzie przez $\psi(\alpha)$ oznaczymy opory bierne i napięcie powrotnika; dla naszego przykładu przyjęliśmy, że

$$\psi(\alpha) = 450 + 800 = 1250,$$

a więc praca

$$W_{xo} = \frac{2558{,}25 + 1250}{2} \cdot 0{,}05 = 95{,}20 \text{ kgm}$$

i różnica

$$W = W_1 - W_{xo} = 2472{,}78 - 95{,}20 = 2377{,}58 \text{ kgm}$$

Szybkość odrzutu w punkcie x_o otrzymamy ze znanego wzoru $W = \frac{1}{2} m v_{xo}^2$, szybkość więc w punkcie x_o będzie:

$$v_{xo} = \sqrt{\frac{2 \,.\, 2377{,}58}{66{,}25}} = 8{,}47 \text{ m/s};$$

Możemy następnie napisać poniższe równania [1])

$$[p - \psi(\alpha)]\, a = v_{xo}^2,$$

---

[1]) Płk. Thomas, „Budowa oporników i stateczność dział" w tłumaczeniu ppłk. inż. Jakowskiego, Wydawnictwo Szkoły Zbrojmistrzów nakładem Przegl. Art. 1929 r. — str. 34.

$$(q - c)\, a - [p - \psi(\alpha)]\, b = -\frac{2p}{m},$$

$$(q - c)\, b = \frac{q}{m};$$

podstawiając w powyższe równania nasze liczbowe dane, otrzymamy:

$$[2558{,}25 - 1250]\, a = 8{,}47^2$$

$$(-585 - c)\, a - [2558.25 - 1250]\, b = -\frac{2 \,.\, 2558{,}25}{66{,}25}$$

$$(-585 - c)\, b = -\frac{585}{66{,}25}$$

czyli

$$1308{,}25\, a = 71{,}74,$$

$$(585 + c)\, a + 1308{,}25\, b = 77{,}23,$$

$$(585 + c)\, b = 8{,}83.$$

Rozwiązanie powyższych równań daje nam

$$a = \frac{71{,}74}{1308{,}25} = 0{,}0548$$

$$b = \frac{8{,}83}{585 + c} = \frac{8{,}83}{585 + 653{,}56} = = 0{,}00713$$

$$(583 + c)\, 0{,}0548 + \frac{1308{,}25 \,.\, 8{,}83}{585 + c} = 77{,}23,$$

stąd

$$0{,}0548\, c^2 - 13{,}11\, c - 14873{,}77 = 0,$$

czyli

$$c = \frac{13{,}11 + \sqrt{13{,}11^2 + 4 \,.\, 0{,}0548 \,.\, 14873{,}87}}{2 \,.\, 0{,}0548} = \frac{71{,}63}{0{,}1096} = 653{,}56.$$

Posiadając wszystkie potrzebne spółczynniki możemy napisać przedewszystkiem równanie szybkości odrzutu; będzie ono brzmiało:

$$v^2 = v^2_{xo} - \frac{2p}{m} x - \frac{q}{m} x^2$$

czyli dla naszego opornika będzie ono

$$v^2 = 71{,}74 - 77{,}23\, x + 8{,}83\, x^2.$$

Szybkość odrzutu będzie równa zeru w końcu odrzutu, a więc:

$$v_{xo}{}^2 - \frac{2p}{m} x - \frac{q}{m} x^2 = 0\,,$$

t. j. dla naszego opornika będziemy mieli

$$8{,}83\, x^2 - 77{,}23\, x + 71{,}74 = 0\,;$$

rozwiązując powyższe równanie i przyjmując dla x jego mniejszą wartość, otrzymamy długość odrzutu;

$$x = \frac{77{,}23 - \sqrt{77{,}23^2 - 4\,.\,8{,}83\,.\,71{,}74}}{2\,.\,8{,}83} = 1{,}05 \text{ m.}$$

Równanie całkowitego wysiłku opornika będzie miało postać:

$$F(x) = p + qx = 2558{,}25 - 585\, x;$$

Gdybyśmy byli pewni, że oporopowrotnik zawsze będzie pracował w normalnych warunkach, to wystarczyłaby długość

$$L = 1{,}05 + 0{,}05 = 1{,}10 \text{ m;}$$

powinniśmy jednak zawsze przewidzieć wypadek, że początkowa szybkość pocisku powiększy się, a opory bierne zwiększą się lub zmniejszą się i stosownie do tego przeprowadzić nasze obliczenia.

Przyjmijmy obecnie, że początkowa szybkość pocisku będzie $V_o = 620$ m/s, a opory wyniosą $\psi(\alpha) = 1350$ kg.

W takim razie z równania Piobert'a otrzymamy szybkość odrzutu

$$v_o' = \frac{7\,.\,620\left(1 + 2{,}5\,\frac{0{,}942}{7}\right)}{650} = 8{,}92 \text{ m/s,}$$

żywa siła odrzutu będzie równa:

$$W_1' = \tfrac{1}{2}\,.\,66{,}25\,.\,8{,}92^2 = 2635{,}26 \text{ kgm.}$$

Szybkość odrzutu w punkcie $x_o = 0{,}05$ będzie:

$$W_{xo}' = \frac{(2558{,}25 + 1350)\,0{,}05}{2} = 97{,}71 \text{ kgm.}$$

$$W_1' - W_{x0}' = 2635{,}26 - 97{,}71 = 2537{,}55 \text{ kgm.}$$

i szybkość

$$v_{x_0}' = \sqrt{\frac{2\,.\,2537{,}55}{66{,}25}} = 8{,}74 \text{ m/s}$$

Równanie szybkości opornika w wypadku zmiany oporów biernych będzie [1]):

$$\frac{v^2}{a - bx} = \left[\frac{v'^2_{x0}}{a} - \frac{c\,a\,m}{(bm-1)(bm-2)} - \frac{2\,\psi(\alpha)}{bm-2}\right]\left(1 - \frac{bx}{a}\right)^{\frac{2}{bm}-1} +$$

$$+ \frac{2\,[cx + \psi(\alpha)]}{bm-2} + \left.\frac{c\,a\,m\left(1 - \frac{bx}{a}\right)}{(bm-1)(bm-2)}\right];$$

szybkość w powyższym równaniu powinna równać się zeru dla największej wartości x, a więc przyrównywając do zera drugą połowę powyższego równania i rozwiązując go w stosunku do x, otrzymamy:

$$\left[\left(\frac{7\,.\,8{,}09}{0{,}0548} - \frac{653{,}56\,.\,0{,}0548\,.\,66{,}25}{(0{,}00713\,.\,66{,}25 - 1)(0{,}00713\,.\,66{,}25 - 2)} - \right.\right.$$

$$\left.- \frac{2\,.\,1382{,}7}{0{,}00713\,.\,66{,}25 - 2}\right)\left(1 - \frac{0{,}00713\,x}{0{,}0548}\right)^{\frac{2}{0{,}00713\,.\,66{,}25}-1} +$$

$$\left.+ \frac{2\,(653{,}56\,x + 1382{,}7)}{0{,}00713\,.\,66{,}25 - 2} + \frac{653{,}56\,.\,0{,}0548\,.\,66{,}25\left(1 - \frac{0{,}00713\,x}{0{,}0548}\right)}{(0{,}00713\,.\,66{,}25 - 1)(0{,}00713\,.\,66{,}25 - 2)}\right] = 0$$

czyli

$$(1425{,}00\,.\,2941{,}66 + 1807{,}45)\,(1 - 0{,}13\,x)^{3{,}26} - 854{,}3\,x - 1807{,}45 +$$

$$+ 2941{,}66 - 381{,}4\,x = 0\,;$$

[1]) l. c. str. 36.

rozwijając dwumian $(1-0{,}13\,x)^{3,26}$ w szereg i biorąc tylko 2 pierwsze wyrazy oraz odrzucając wszystkie ułamki, otrzymamy ostatecznie:

$$1426 = 1320\,x$$

czyli $x = 1{,}08$, skąd otrzymamy:

długość całkowitą odrzutu $L = 1{,}08 + 0{,}05 = 1{,}13$ m.; całkowity zaś wysiłek opornika będzie

$$F_1(x) = \frac{v^2}{a - b\,x} = 1426 - 1320\,x\,.$$

Zakładając następnie, że początkowa szybkość pocisku jest *zwiększona* o 20 m/s., a opory bierne są *zmniejszone* o 100 kg., druga połowa wyżej omawianego równania szybkości odrzutu opornika przyjmie postać:

$$\left[\left(\frac{78{,}09}{0{,}0548} - \frac{653{,}56\,.\,0{,}0548\,.\,66{,}25}{(0{,}00713\,.\,66{,}25-1)\,(0{,}00713\,.\,66{,}25-2)} - \right.\right.$$

$$\left. - \frac{2\,.\,1182{,}7}{0{,}00713\,.\,66{,}25-2}\right)\left(1 - \frac{0{,}00713\,x}{0{,}0548}\right)^{\frac{2}{0{,}00713\,.\,66{,}25}-1} +$$

$$\left. + \frac{2\,(653{,}56\,x + 1182{,}7)}{0{,}00713\,.\,66{,}25-2} + \frac{653{,}56\,.\,0{,}0548\,.\,66{,}25\left(1 - \frac{0{,}00713\,x}{0{,}0548}\right)}{(0{,}00713\,.\,66{,}25-1)\,(0{,}00713\,.\,66{,}25-2)}\right] = 0$$

czyli

$$(1425{,}00 - 2941{,}66 + 1546{,}7)\,(1-0{,}13\,x)^{3,26} - 854{,}3\,x - 1546{,}7 +$$

$$+ 2941{,}66 - 381{,}4\,x = 0\,,$$

co da w wyniku:

$$1326 = 1153\,x$$

a stąd:

$$x = 1{,}15$$

i długość całkowita odrzutu opornika będzie:

$$L = 1{,}15 + 0{,}05 = 1{,}20 \text{ m.};$$

całkowity wysiłek opornika będzie wtedy:

$$F_2(x) = 1326 - 1153\,x$$

Szybkość odrzutu pozostanie ta sama, to jest

$$v'_0 = 8{,}92 \text{ m/sek.}$$

Na zasadzie powyższych obliczeń możemy zbudować wykres stateczności oporopowrotnika (p. rysunek), z którego widać, że stateczność jest zachowana nawet przy niedogodnych warunkach działania oporopowrotnika.

Dla zbudowania wykresów stateczności oporopowrotnika w wypadkach, kiedy opory bierne są zwiększone lub zmniejszone o 100 kg., przy szybkości początkowej zwiększonej o 20 m/s. posiadamy następujące wytyczne:

$$\text{wypadek } \psi(\alpha) = 1350 \text{ kg.}; \; v'_{x0} = 8{,}74 \text{ m/s.}$$

Całkowity wysiłek oporopowrotnika otrzymamy, podstawiając w równaniu $F_1(x) = 1426 - 1320\,x$ zamiast x jego maksymalną wartość 1,08 i biorąc absolutną wartość; otrzymamy

$$F_1(x) = 1426 + 1320 \,.\, 1{,}08 = 2852 \text{ kg.}.$$

Ponieważ spółczynnik kątowy prostej oporów biernych w tym wypadku będzie ten sam, co w wypadku normalnych oporów biernych, otrzymamy więc punkt przeciecia prostej biernych oporów z rzędną odciętej $x = 1{,}08 + 0{,}05 = 1{,}13$; odkładając na odciętej $x = 0{,}05$ rzędną 2852 i łącząc obydwa powyższe punkty, otrzymamy prostą całkowitego wysiłku oporopowrotnika w wypadku biernych oporów zwiększonych o 100 kg.

$$\text{wypadek } \psi''(\alpha) = 1250 \text{ kg.}; \; v''_{x0} = 8{,}74 \text{ m/s.}$$

Punkt przecięcia prostej bocznych oporów z rzędną, odpowiadającą odciętej $x^1 = 1{,}15 + 0{,}05 = 1{,}20$ otrzymamy w sposób podobny, jak poprzednio.

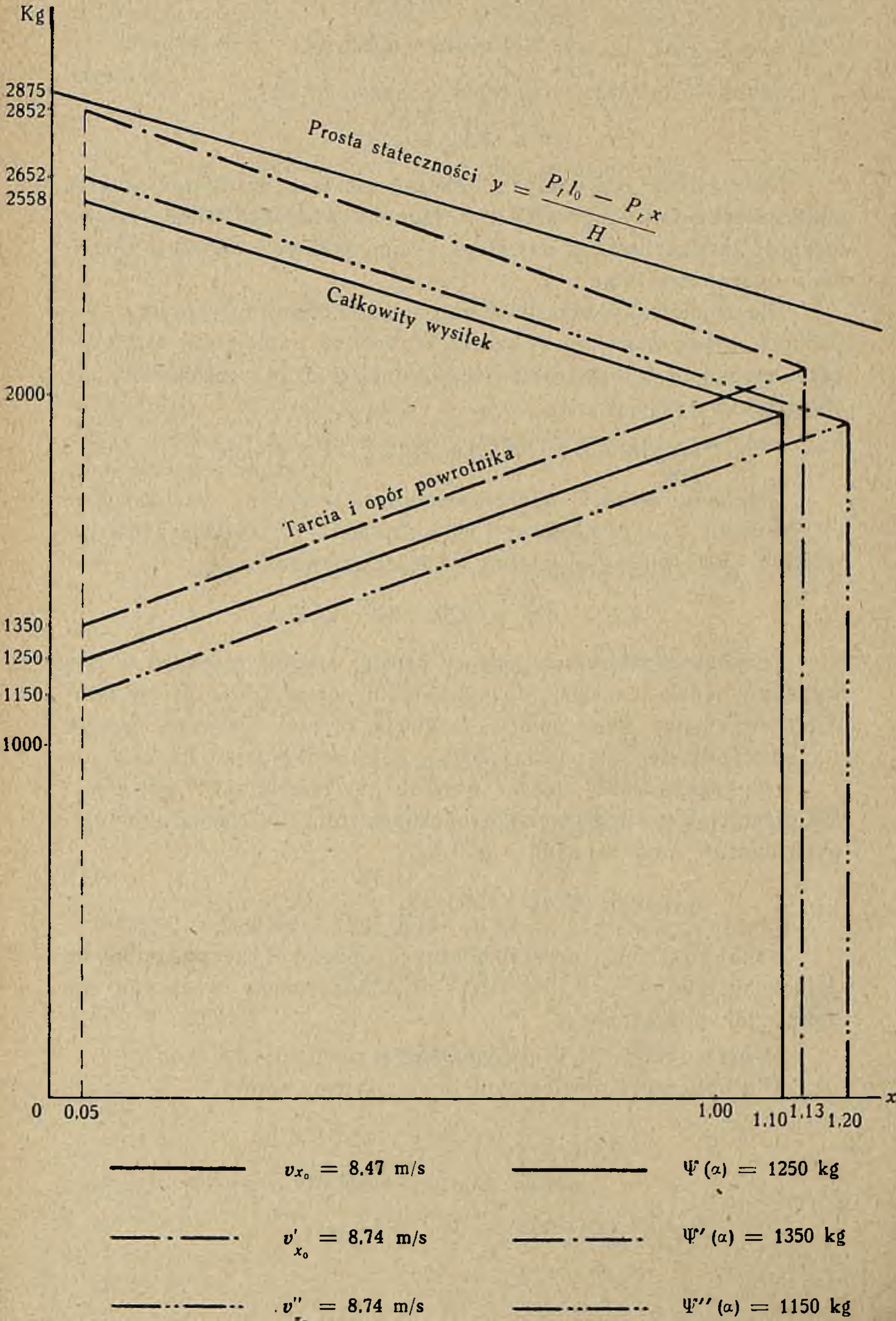
Drugi punkt prostej, otrzymujemy z równania dla $F_2(x)$.

Dla obliczenia powierzchni tłoka użyjemy wzoru

$$PS = p_0 S + f_1 \frac{S}{\sigma} + \frac{\delta S^3 v^2}{20\,g k^2 \omega^2}, \text{ [1]}$$

[1]) l. c. str. 4.

Wykres stateczności oporopowrotnika.



gdzie

P jest ciśnienie oleju na tłok,

S — powierzchnia tłoka w cm^2.

W powyższym wzorze $p_0 S$ jest początkowem napięciem w powrotniku, a więc w danym wypadku będzie $p_0 S = 800 + c \cdot x_0 = = 800 + 653,56 \cdot 0,05 = 800 + 32,7 = 832,7$ kg.; $f_1 \frac{S}{\sigma}$ przyjmiemy równem 150 kg. (w istniejącym sprzęcie wyrażenie to nie przekracza zwykle tej granicy); wartość wyrażenia $\frac{\delta S^3}{20\,gk^2} \cdot \frac{v^2}{\omega^2}$ znajdujemy z wykresu stateczności oporopowrotnika, jest to odcinek rzędnej pomiędzy linjami „tarcia i opór powrotnika", a „całkowity wysiłek". W najniedogodniejszym wypadku i na początku ruchu wartość ta będzie $2600 - 1150 = 1450$ kg.

Otrzymamy tedy:

$$P S = 832,7 + 150 + 1450 = 2432 \text{ kg.}$$

W istniejących i dobrze działających sprzętach wartość P ciśnienia oleju waha się w granicach od 150 kg/cm^2 do 250 kg/cm^2; przyjmiemy więc że wewnętrzna średnica cylindra opornika jest równą $D = 40$ m/m; w takim razie powierzchnia tłoka, znajdującego się w tym cylindrze będzie wynosiła:

$$S = \frac{3,14 \cdot 4^2}{4} = 12,38 \text{ cm}^2,$$

a ciśnienie oleju będzie

$$\frac{P}{S} = \frac{2832,7}{12,38} = 223,7 \text{ kg/cm}^2,$$

co jest zupełnie dopuszczalną wartością.

Otwory dla przeciekania oleju przy odrzucie możemy obliczyć z równania

$$\omega^2 = \frac{\delta S^3}{20\,gk^2}(a - b_x)\ ^{*})$$

gdzie δ jest ciężarem właściwym oleju,

---

*) l. c. str. 40.

S — powierzchnią tłoka,
g — przyśpieszeniem ziemskiem,
k — spółczynnikiem profilu otworów, który w naszym wypadku przyjmiemy = 0,62 (dla otworu pryzmatycznego).

Będziemy więc mieli równanie

$$\omega^2 = \frac{0{,}9 \cdot 12.38^3}{20 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}62^2} (0{,}0548 - 0{,}00713\, x)$$

czyli $\omega^2 = 1{,}36 - 0{,}18\, x$,

Na początku odrzutu powierzchnia otworów będzie $\omega^2 = 1{,}36 - 0{,}18 \cdot 0 = 1{,}36 \text{ cm}^2$.

Przy końcu odrzutu powierzchnia będzie $\omega^2 = 1{,}36 - 0{,}18 \cdot 1{,}20 = 1{,}14 \text{ cm}^2$.

W wypadku otworów okrągłych wartość spółczynnika k może być znacznie wyższa i dochodzić prawie do 1.

Pozostaje do obliczenia wewnętrzna średnica cylindra powrotnika; dla obliczenia tej średnicy obliczymy powierzchnię przepony znajdującej się w powrotniku pomiędzy powietrzem a olejem.

Powierzchnię przepony obliczymy ze wzoru

$$c = p_0\, S\, \frac{1{,}3}{n}, \text{ gdzie}$$

$p_0\ S$ jest początkowem napięciem w powrotniku,

$\frac{1}{n} = \frac{S}{\sigma}$ — stosunek powierzchni tłoka do przepony;

będziemy więc mieli

$653{,}56 = 832{,}7\, \frac{1{,}3}{n}$, skąd dla n otrzymamy wartość

$$n = \frac{832{,}7 \cdot 1{,}3}{653{,}56} = 1{,}67\,;$$

będziemy więc mieli

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{1{,}67} = \frac{S}{\sigma} = \frac{12{,}38}{\sigma},$$

z stąd dla σ otrzymamy wartość

$$\sigma = 1{,}67 \cdot 12{,}38 = 20{,}67 \text{ cm}^2.$$

Średnica więc cylindra powrotnika będzie

$$D_1 = 51{,}5 \text{ mm.}$$

Co się tyczy obliczenia głównych wymiarów łoża, to obliczenie to przekracza ramy niniejszego artykułu i nie będziemy się niem zajmowali tem bardziej, że to jest czysto wytrzymałościowe obliczenie i z tego punktu widzenia nie jest bardzo interesujące dla uzbrojeniowca.

W naszym wypadku przy obliczeniu głównych wymiarów łoża należy mieć na względzie, aby

1) całkowity ciężar działa na stanowisku nie był większy od 1250 kg.,

2) odległość środka ciężkości działa od końca ogona łoża nie przekraczała 2,30 m,,

3) wysokość drogi środka ciężkości działa przy odrzucie była nie większa od 1,00 m,

Posiłkując się temi danemi, oraz dopuszczalną i przyjętą rozpiętością kół, obliczamy główne wymiary łoża ze wzorów wytrzymałości tworzyw.

Każda z większych fabryk broni posiada swój własny opracowany typ łoża, który stara się przystosować w razie opracowania nowego działa.

Inż. STETKIEWICZ WACŁAW.

O KORZYŚCIACH SAMOWZMOCNIENIA LUF DZIAŁOWYCH.

Myśl samowzmacniania luf powstała z twierdzenia, iż rura o pewnych określonych średnicach zewnętrznej i wewnętrznej, złożona z kilku elementów, obsadzonych jeden na drugim z pewnym zaciskiem, jest zdolna wytrzymać tem większe ciśnienie, im większa jest ilość tych elementów. Największą wytrzymałość zatem będzie miała taka rura wówczas, gdy będzie składała się z nieskończenie wielkiej ilości warstw nieskończenie cienkich, ułożonych jedne na drugich z nieskończenie małemi zaciskami. Osiąga się to dzięki operacji samowzmacniania. Ponadto równocześnie podnosi ona cokolwiek wartość granicy sprężytości metalu rury (i to tem więcej, im rozpatrywana warstwa jest bliższą środka), co również wpływa dodatnio na wytrzymałość rury.

Myśl, jak widać na pierwszy rzut oka, niezmiernie ponętna, co też tłumaczy jej wielką popularność, zwłaszcza wśród ludzi, którzy jej należycie, a co ważniejsza wszechstronnie, nie zgłębili; po bliższem bowiem przyjrzeniu się, przychodzi się do wniosku, że praktyczne korzyści, które można tą drogą w konstrukcji dział osiągnąć, są w wielu wypadkach mocno problematyczne. Aby osądzić, czy w pewnym wypadku zastosowanie lufy samowzmocnionej będzie korzystne lub nie, trzeba należycie zbadać i ocenić, jaki wpływ będzie ono miało na całość konstrukcji.

Trzeba zawsze pamiętać, iż dążeniem każdego konstruktora artylerji jest stworzenie sprzętu z jednej strony jak najskuteczniejszego przy pewnym założonym ciężarze, z drugiej zaś jak najtańszego,

— i chwyta się on każdego środka, który mu te dwa warunki spełnić pozwala.

Czy operacja samowzmocnienia jest takim właśnie środkiem? Twierdzimy, że niezawsze. Aby to zrozumieć, trzeba wziąć pod rozwagę cały szereg czynników, decydujących o konstrukcji działa.

W pierwszym rzędzie zauważymy, iż aczkolwiek samowzmocnienie prowadzi bezsprzecznie do lufy lżejszej, przy pewnem założonem ciśnieniu gazów prochowych, to jednak nie znaczy bynajmniej, by działo zaopatrzone w taką lufę było o tyleż lżejsze od działa z lufą rdzeniowaną, o ile ta lufa jest lżejsza od lufy rdzeniowanej. Oczywiście tylko wtedy, gdy obydwa działa mają odpowiadać tym samym warunkom. Istotnie, o ile oznaczymy:

P — ciężar pocisku w obydwu wypadkach:
P_1 „ zespołu odrzutowego przy lufie samowzmocnionej;
P_2 „ „ „ „ „ rdzeniowanej;
V_0 szybkość pocisku w obydwu wypadkach;
V_1 „ zespołu odrzutowego przy lufie samowzmocnionej;
V_2 „ „ „ „ „ rdzeniowanej;
ω ciężar ładunku prochu

to będziemy mieli:

$$P_1 V_1 = P V_0 \left(1 + 2{,}5 \frac{\omega}{P}\right)$$

$$P_2 V_2 = P V_0 \left(1 + 2{,}5 \frac{\omega}{P}\right)$$

skąd

$$\frac{P_1 V_1^2}{2g} = \frac{P^2 V_0^2}{2g\, P_1} \left(1 + 2{,}5 \frac{\omega}{P}\right)^2$$

$$\frac{P_2 V_2^2}{2g} = \frac{P^2 V_0^2}{2g\, P_2} \left(1 + 2{,}5 \frac{\omega}{P}\right)^2$$

Ponieważ, w myśl założenia, obydwa działa mają mieć tę samą długość odrzutu, przeto:

$$\frac{P V_0^2}{2g\, P_1 l} \left(1 + 2{,}5 \frac{\omega}{P}\right)^2 > \frac{P V_0^2}{2g\, P_2 l} \left(1 + 2{,}5 \frac{\omega}{P}\right)^2$$

To znaczy, że średni wysiłek oporopowrotnika przy lufie samowzmocnionej (lżejszej) jest większy od tegoż wysiłku przy lufie rdzeniowanej, przy tej samej długości odrzutu „l".

Aby obydwa działa posiadały tę samą stateczność przy jednakowej wysokości linji ognia, trzeba by pierwsze działo posiadało dłuższe łoże.

Spółczynnik stateczności wyraża się bowiem wzorem:

$\frac{F\ H}{L\ G}$ gdzie: *F* — wysiłek oporopowrotnika
H — wysokość linji ognia
L — odległość środka ciężkości działa od lemiesza
G — ciężar działa

Ponieważ „F" jest w pierwszym wypadku większe, przeto dla zachowania tej samej stateczności trzeba, by „L" było większe, to znaczy łoże dłuższe, a zatem i cięższe. Ponadto całe łoże musi być liczone na siłę oporopowrotnika większą w pierwszym wypadku, niż w drugim, co również czyni je cięższem. Zrozumiałem jest więc, że wygrana na ciężarze lufy przy zastosowaniu samowzmocnienia, nietylko niezawsze prowadzi do lżejszego działa, lecz często nawet może je uczynić cięższem. Naogół biorąc możemy powiedzieć, że zysk na ciężarze lufy tylko do pewnej granicy przewyższa stratę na ciężarze łoża, po przekroczeniu zaś tej granicy staje się coraz mniejszy, a działo wypada coraz cięższe.

Wzgląd ten ma pierwszorzędne znaczenie w artylerji polowej, gdzie ciężar działa odgrywa wybitną rolę. Niemniej znane nam są również wypadki, iż samowzmocnione lufy ciężkich dział morskich, są zaopatrzone w nasady, mające na celu jedynie powiększenie ich ciężaru, a tem samem ciężaru zespołu odrzutowego.

Przewaga lufy samowzmocnionej nad rdzeniową staje się wyraźniejszą przy wyższych ciśnieniach gazów prochowych, niż te, które są obecnie ogólnie stosowane[1]); a że istnieje stałe dążenie do powiększenia mocy sprzętu artyleryjskiego, więc niewątpliwie lufa samowzmocniona jest na tej drodze poważnym krokiem naprzód. Jednakże główną przeszkodą do stosowania już teraz wyższych ciśnień gazów nie jest bynajmniej niedostateczna wytrzymałość luf doby obecnej, lecz obawa przed zbyt szybkiem zużywaniem się ich przewodów. Długotrwałość sprzętu artyleryjskiego jest

*) Wymiary lufy czy to jednolitej, czy rdzeniowanej wzrastają, początkowo stosunkowo powoli, w miarę wzrostu ciśnienia, potem zaś coraz prędzej, dochodząc, po przekroczeniu pewnej granicy ciśnienia, do wzmiarów praktvcznie niedopuszczalnych. — Przy obecnie stosowanych ciśnieniach 2500—3000 kg. i używanych do wyrobu luf gatunkach stali, wymiary lufy rdzeniowanej, złożonej z dwu elementów, niewiele różnią się od wymiarów takiejże lufy samowzmocnionej.

niewątpliwie jednym z ważniejszych celów, do których należy przy wytwarzaniu jego bezwzględnie dążyć. Otóż jest rzeczą wiadomą, iż wzrost ciśnienia ponad 2500—3000 kg/cm² i szybkości ponad 800 m/s powołuje bardzo szybkie malenie długotrwałości lufy, gdyż przy wyższych wartościach szybkości, a zwłaszcza ciśnienia, zużywanie się przewodu postępuje nader szybko. To ostatnie bowiem jest tem większe, im temperatura spalin jest wyższa, która znów zależy od ciśnienia. Wysiłki najnowszych prac idą w kierunku obniżenia temperatury spalania się prochu. Gdy uda się uzyskać proch, posiadający temperaturę spalania niższą, aniżeli prochy dotychczas znane, będzie to wielkim krokiem do zwiększenia mocy artylerji, a wtedy i samowzmocnienie zyska większe pole do zastosowania.

Nim wszakże proch taki będzie znany, być może, iż wytężone prace metalurgów zdołają doprowadzić do wynalezienia takiego gatunku stali, który przy dużej odporności na zużycie i korozję, będzie posiadał jednocześnie wyjątkowo wysokie własności wytrzymałościowe, które pozwolą na budowę luf prostych przy użyciu bardzo wysokich ciśnień gazów prochowych.

Wynik tak jednego jak i drugiego kierunku pracy ludzkiej jest narazie zagadką przyszłości i niepodobna w tej chwili powiedzieć, który z nich prędzej doprowadzi do upragnionego celu.

Troska o długowieczność luf działowych zrodziła myśl koszulkowania luf (czyli stosowania rdzeni wymiennych). Tutaj samowzmocnienie miało rację bytu tylko w odniesieniu do rdzenia, nigdy zaś do lufy. Obliczenia wskazują, iż lufa w tym wypadku, wykonana nawet z bardzo pośledniego gatunku stali, jest wytrzymalszą od rdzeni. Rdzenie wymienne samowzmocnione istnieją, lecz korzyści z tego płynące, zważywszy na małą ich grubość, są w tym wypadku jeszcze bardziej problematyczne, niż poprzednio. Poza tem należy tu wspomnieć i o tem, że rdzeń taki samowzmocniony poprzecznie, wymaga też samowzmocnienia podłużnego, czego obecny sposób sawzmocnienia nie uwzględnia.

Wreszcie nie od rzeczy będzie wspomnieć o pewnej, nie tak błahej przewadze luf zwykłych nad samozmocnionemi, a mianowicie, iż posiadają one znacznie większy współczynnik bezpieczeństwa przed rozerwaniem. Istotnie stopień obciążenia lufy w obydwu wypadkach jest jednakowy, a mianowicie bliski jej granicy sprężystości; bezpieczeństwo będzie zatem tem większe, im ta granica sprężystości jest dalsza od granicy wytrzymałości (porównaj lufy bronzowe); otóż ta różnica jest, jak wiadomo, przy lufach samowzmoc-

nionych częściowo wyczerpana przez operację samowzmocnienia. Jeżeli więc wykonamy dwie lufy z tego samego materjału i dla tych samych warunków, jedną rdzeniowaną, t. j. złożoną z rury rdzeniowej i obsady, a drugą samowzmocnioną, to pierwsza będzie miała większy współczynnik bezpieczeństwa niż druga.

A teraz przyjrzyjmy się, jak kształtuje się koszt wykonania lufy zwykłej rdzeniowanej i samowzmocnionej. Niewątpliwie odpowiedź na to pytanie będzie zależała od kalibru i długości lufy. Lufa większego kalibru i długa będzie bezwarunkowo droższą, w razie wykonania jej drogą opierścienienia. Lufy małego i średniego kalibru (w przybliżeniu do 120 m/m) a zwłaszcza niezbyt długie, kosztowałyby zapewne jednakowo w obydwy wypadkach. Ogólnie rzecz biorąc, przewagę tu mają raczej lufy samowzmocnione nad lufami rdzeniowanemi ,o ile nie brać pod uwagę kosztów amortyzacji instalancji, które wypadną prawdopodobnie dla luf samowzmocnionych nieco większe.

Na zakończenie chciałbym rozpatrzeć jeszcze jedno z zadań narzuconych przez niektórych fachowców samowzmocnieniu, a mianowicie próbę na wytrzymałość wykonywanej lufy. Wiadomo nam jest, iż w wielu wypadkach stosuje się operację samowzmocnienia wyłącznie jako próbę lufy na ciśnienie, bez wywoływania w niej odkształceń trwałych. Nie ulega wątpliwości, iż operacja samowzmocnienia jest jednocześnie próbą na ciśnienie; ciśnienie bowiem samowzmocnienia jest większe od późniejszego roboczego ciśnienia lufy, więc próba jest w zupełności decydująca, o ile oczywiście nie brać pod uwagę tej okoliczności, że ciśnienie samowzmocnienia jest statyczne, a ciśnienie przy wystrzale dynamiczne. Wprowadzeniu próby na ciśnienie przyklasnęlibyśmy z zapałem, gdyby zwalniałaby ona, jeżeli już nie od wszystkich, to choć przynajmniej od części mechanicznych prób stali, przeprowadzanych w toku przygotowywania materjału na lufę. Tak wszakże nie jest. Lufa, mająca być poddana samowzmocnieniu, wymaga conajmniej takiej samej ilości prób, jak to bywa w wypadku lufy rdzeniowanej. Samowzmocnienie, jako próba na ciśnienie, jest zatem jeszcze jedną więcej próbą, w bardzo i tak już długim szeregu prób, których wymaga należyte przygotowanie materjału lufy.

Z drugiej strony kilkudziesięcioletnie doświadczenie w budowie luf upewnia nas o tem, iż przyjęte dotychczas próby wytrzymałościowe stali dawały zawsze dostateczny stopień pewności uzyskania w wyniku należycie dobrego materjału. Nader bowiem rzadkie były

wypadki, nawet podczas wojny, gdy kontrola fabrykacyjna była słabsza, — niedopuszczalnego odkształcenia, lub wręcz rozerwania lufy przy wystrzale, na skutek wadliwego jej materjału. Próba na ciśnienie miałaby tu więc raczej znaczenie moralne, takie, jakie dotychczas posiada oddanie pierwszego strzału z wykonanej lufy. Korzyści ta dodatkowa próba nie dałaby żadnej, a tylko komplikowałaby zbytnio proces fabrykacji i odbioru luf.

Streszczając wszystko to, co było powiedziane wyżej, śmiało twierdzić można, że konstrukcyjnie samowzmocnienie nie daje w obecnych warunkach żadnych *wyraźnych* korzyści i że te ostatnie niewątpliwie wzrosną znacznie dopiero wówczas, gdy uda się obniżyć temperaturę spalania się prochów lub też uodpornić używane gatunki stali przeciwko czynnikom destrukcyjnym strzału.

Pod względem kosztów wykonania samowzmocnienie jest tem korzystniejsze, im znaczniejsza jest długość lufy i większy jej kaliber.

I wreszcie stosowanie operacji samowzmocnienia, jako próby na ciśnienie, nie byłoby bynajmniej postępem w tej dziedzinie, lecz przeciwnie, cofnięciem się wstecz, ponieważ stanowiłoby poważną komplikację w przygotowaniu materjału na lufę, nie dając wzamian za to absolutnie żadnej korzyści[1]).

---

[1]) Zapatrywania autora, pomniejszające niejako znaczenie operacji samowzmocnienia luf, zapewne wywołają pożądane dyskusje w tej sprawie. (Przyp. redakcji). P. również Przegl. Artyl. 1930 r. tom XI str. 264. „Rola hamulca wylotowego w sprzęcie artyl. przyszłości".

PRZEGLĄD PRASY.

FRANCJA.

MEMORIAL DE L'ARTILLERIE FRANÇAISE. — *1931 r., zeszyt 1-szy.*

1. *Biograficzna notatka o generale Jacob'ie.*

Generał Ludwik-Fryderyk-Gustaw Jacob urodził się w 1857 r. w Charleville (Ardeny).

Po ukończeniu w 1880 r. Paryskiej Szkoły Politechnicznej wstąpił do artylerji morskiej i pozostawał w linjowej służbie do 1900 r.; później przeszedł do służby technicznej i po uformowaniu korpusu inżynierów artylerji morskiej został tam przeniesiony w randze generała.

W 1913 r. przeszedł w stan spoczynku i został dyrektorem artylerji w Zakładach Schneider'a; umarł w 1930 r. w wieku lat 73.

Generał Jacob bardzo żywo interesował się zagadnieniami balistyki wewnętrznej i zewnętrznej i dwa razy (w 1894 r. i w 1904 r.) otrzymał nagrody Francuskiej Akademji Nauk.

Ogłaszał on swoje artykuły w ówczesnym Memorial de l'Artillerie Navale, a po wyjściu w stan spoczynku napisał kilka prac, dotyczących artylerji morskiej, oraz budowy luf.

2. *Opór cieczy.* Przyczynek do zależności pomiędzy oporem przenikania ciała do cieczy a liczbą Reynolds'a. — M. Ottenheimer.

Autor przytacza i opisuje bardzo dużą ilość doświadczeń, przeprowadzonych w ostatnich czasach nad oporem przenikania prostych ciał o formach geometrycznych do cieczy, a głównie do powietrza.

3. *Obce prace nad próbami stałości prochów.* — M. P. Demongin.

Autor streszcza pracę holenderskiego chemika; G. de Bruin: „Porównawcze badanie różnych prób stateczności prochów" i niemieckich, F. Lenze'go i L. Metz'a: „Porównawcze badanie chemicznej stateczności prochu bezdymnego":

4. *Przepisy transportu amunicji w Niemczech.*

Tłumaczenie dodatku do zeszytu „Zeitschrift fur das gesamte Schiess und Sprengstoffwesen", z 1929 r. (p. artykuł inż. ppłk. Rakowskiego, W. T. Art. 1931 i 1932 r.). *S. L.*

MEMORIAL DE L'ARTILLERIE FRANÇAISE 1932 r. Zeszyt I-szy.

1. Teoretyczne rozważania nad działaniem hamulców wylotowych — prof. M. Rateau.

Praca ta powstała podczas wielkiej wojny, w okresie, gdy Ministerstwo Uzbrojenia we Francji, mając na widoku szersze zastosowania hamulców wylotowych przy działach, powierzyło opracowanie teoretyczne tego zagadnienia profesorowi Rateau, którego prace w dziedzinie termodynamiki, a w szczególności w dziedzinie turbin parowych, zyskały mu światowy rozgłos.

Teoretyczne rozważania prof. Rateau zostały następnie poparte bardzo licznemi doświadczeniami, dając w rezultacie poważny materjał, stanowiący podstawę obliczeń przy projektowaniu hamulców wylotowych.

We wstępie swej pracy autor wspomina w streszczeniu historję powstania hamulców wylotowych, której początek wiąże się z nazwiskiem de Treuille de Beaulieu i kpt. de Place. W czasie wielkiej wojny zagadnienie to zostało podjęte we Francji przez majora Manteux z fabryki amunicji w Valence oraz przez kpt. Galliot i por. artylerji Bory.

Prace badawcze tych dwóch ostatnich oficerów były już rozpoczęte w Puteaux z armatą 75 mm wz. 97 r., gdy prof. Rateau otrzymał od Ministerstwa Uzbrojenia wspomnianą misję i zostały też przez niego wykorzystane, natomiast teoretyczne ujęcie zagadnienia zostało całkowicie opracowane przez prof. Rateau.

Autor zaznacza, że teorja hamulców wylotowych należy do najbardziej skomplikowanych zagadnień w dziedzinie mechaniki cieczy i dlatego może być rozpatrywana jedynie po przyjęciu dosyć szerokich uproszczeń, co między innemi wynika z tego że:

1) Nie znamy dotychczas dokładnie własności fizycznych gazów przy wysokich temperaturach,

2) Nie znamy również składu chemicznego tych gazów; tymczasem wpływ pary wodnej, a w szczególności wodoru, ma doniosłe znaczenie w przyjętych do obliczeń współczynnikach,

3) Obliczenie prędkości wypływu gazów oparte jest na ciśnieniu i temperaturze tych gazów, tymczasem wartość tego ciśnienia i temperatury u wylotu lufy znana jest tylko z pewnem przybliżeniem,

4) We wzorach dla obliczeń ham. wyl. przyjmuje się, że wypływ gazów odbywa się równomiernie, w rzeczywistości jednak jest on stale zmieniający się.

Pomimo jednak całego szeregu uproszczeń, jakie autor był zmuszony przyjąć, wzory przez niego wyprowadzone odznaczając się prostotą, pozwalają na obliczenie hamulców wylotowych z dokładnością w zupełności wystarczającą dla celów praktycznych. Rezultaty otrzymane przy pomocy obliczeń różnią się od danych doświadczalnych w granicach zaledwie dwóch procentów, co należy uważać za wynik całkowicie zadawalniający.

Odrzut lufy.

Autor rozpatruje odrzut lufy jako skutek działania ciśnienia gazów na zamek i rozróżnia w nim dwa charakterystyczne okresy:

a) W pierwszym okresie, podczas którego pocisk przechodzi przez przewód lufy, szybkość odrzutu w założeniu, że lufa jest swobodna, rośnie od zera aż do

pewnej wartości v_1, którą można obliczyć przy pomocy równania ilości ruchu;

(1) $$P v_1 = \left(p + \frac{\omega}{2}\right) V$$

gdzie:

P — oznacza ciężar części odrzutowej.
p — „ „ pocisku.
ω — „ „ ładunku.
V — szybkość początkowa pocisku u wylotu lufy.

b) W drugim okresie, po opuszczeniu lufy przez pocisk, szybkość odrzutu wzrasta, a na zwiększenie tej szybkości (o ile niema hamulca wylotowego) wpływają jedynie gazy. Prędkość ta osiąga wartość, którą oblicza się przy pomocy wzoru:

(2) $$P v = p V + \omega M$$

gdzie M jest średnią szybkością gazów.

W wypadku gdy lufa zaopatrzona jest w hamulec wylotowy, z chwilą gdy pocisk opuszcza przednie ścięcie lufy lub nieco później i wchodzi do hamulca wylotowego, pewna część tych gazów odpływa bocznemi otworami hamulca na zewnątrz, dzięki czemu powstaje zmniejszenie szybkości odrzutu, która w końcowym okresie wypływu gazów posiadać będzie wartość v^1, dużo mniejszą od v, a nawet i od v_1.

S p r a w n o ś ć   h a m u l c a   w y l o t o w e g o.

Przyjmując dla uproszczenia, że ciężar masy odrzutowej w wypadku lufy bez hamulca wylotowego i w wypadku zaopatrzenia jej w hamulec pozostaje bez zmiany, autor nazywa *„sprawnością hamulca wylotowego“* względne zmniejszenie się szybkości odrzutu i oznacza je przez:

$$\xi = \frac{v - v^1}{v}$$

Zmniejszenie odpowiednie energji kinetycznej wynoszące

$$\frac{v^2 - v'^2}{v^2} = \xi (2 - \xi)$$

nazywa autor *„sprawnością energetyczną“*.

Sprawność ta dla danej lufy i danego hamulca zależna jest oczywiście od ciężaru pocisku i ciężaru ładunku.

Stwierdzono jednak, że w dosyć szerokich granicach jest ona prawie niezależna od stosunku $\frac{\omega}{p}$, t. j. stosunku ciężaru ładunku do ciężaru pocisku.

Doświadczenie wykazuje, że przy odpowiednim stosunku $\frac{\omega}{p}$ można łatwo osiągnąć sprawność hamulca przekraczającą 0,6, lecz wydaje się niemożliwością zbudowanie hamulca o sprawności dochodzącej do jedności. Nie jest więc rzeczą możliwą całkowicie zatrzymać odrzut lufy, ani tembardziej urzeczywistnić powrót jej do położenia bojowego.

Odrzut lufy w pierwszym okresie:

Działanie hamulca wylotowego niema wpływu na odrzut lufy w pierwszym jego okresie, czyli w czasie, dopóki pocisk nie opuści lufy.

W końcu tego okresu długość odrzutu masy odrzutowej *e* można obliczyć zapomocą następującego wzoru:

$$Pe = \left(p + \frac{\omega}{2}\right)(l - e) \tag{3}$$

w którym *l* oznacza drogę dna pocisku w lufie.

Równanie charakterystyczne dla gazów prochowych.

W celu analitycznego ujęcia wypływu gazów prochowych w hamulcu wylotowym, autor zmuszony był wprowadzić do zasadniczego wzoru dla gazów doskonałych

$$p\,u = R.\,T, \tag{4}$$

w którym p — oznacza ciśnienie gazów w kg/cm^2

u — objętość właściwą w dm^3/kg

T — temperaturę absolutną —

pewną poprawkę, wprowadzając stałą wielkość α zwaną „kowolumen", której wartość jest zawsze bliską jedności, gdy u jest wyrażone w dm^3/kg. Dla gazów prochów nitrocelulozowych $\alpha = 0{,}95$.

Równanie (4) przyjmuje w tym wypadku postać następującą:

$$p\,(u - \alpha) = RT. \tag{5}$$

We wzorze tym stała R przybiera różne wartości, zależne od składu gazów. W szczególności duży wpływ na wartość R ma wolny wodór i w mniejszym stopniu para wodna. Jako wartość dla R do swych obliczeń autor przyjmuje dla prochów bezdymnych 3,16.

Co się tyczy szybkości wypływu gazów przy ekspansji adjabatycznej, to zależne są one od stosunku $\frac{C}{c} = \gamma$, czyli od stosunku ciepła właściwego przy stałem ciśnieniu C i przy stałej objętości c. Wartość tego stosunku zmienia się w wysokich granicach w zależności od temperatury; jako wartość, odpowiadającą temperaturze i składowi gazów prochowych, autor przyjmuje $\gamma = 1{,}25$ skąd

$$\frac{\gamma - 1}{\gamma} = k$$

Ten spółczynnik k z wartością 0,2 autor przyjmuje we wszystkich następnych wzorach.

Równanie (5) po uwzględnieniu warunków początkowych gazów może być przedstawione w postaci następującej:

$$p\,(u - \alpha)^{\gamma} = R_1 \tag{5a}$$

Zamiast „kowolumenu" α autor dla dogodności używa również we wzorach dla wypływu gazów spółczynnika ε, który nazywa „kowolumen względny", a który oznacza przez:

$$(6) \qquad \varepsilon = \frac{\alpha}{u - \alpha}$$

skąd

$$\alpha = \frac{u\,\varepsilon}{1+\varepsilon} \quad \text{i} \quad u - \alpha = \frac{u}{1+\varepsilon}$$

Analityczne ujęcie wypływu gazów z lufy i hamulca wylotowego.

Przyjąwszy powyższe oznaczenia, autor poddaje następnie szczegółowej analizie przepływ gazu przez dyszę, w której ciśnienie na wlocie wynosi p_0 kg/cm², a ciśnienie wylotowe — p_1 kg/cm².

W tym celu rozpatruje wypadek, gdy gaz, znajdując się w zbiorniku w stanie spoczynku o początkowych danych p_0, u_0, T_0, przepływa przez dyszę o przekroju minimalnym S_c m/m², i określa:

1) Szybkość przepływu W w dowolnym przekroju S dyszy, odpowiadającą panującemu w tym przekroju ciśnieniu p.

2) Wydatek gazu J w kg, przy ustalonym przepływie.

1. Szybkość przepływu gazów oblicza zapomocą znanego wzoru:

$$(7) \qquad \frac{W^2}{2g} = \int_{p}^{p_9} u\,dp$$

w którym g oznacza przyśpieszenie ziemskie $= 9{,}81$ m/sek².

Zakładając $\frac{p}{p_0} = x$ i podstawiając u w funkcji p z równania (5a), otrzymuje się dla W po uprzedniem podstawieniu do równania (7) wyżej podanych oznaczeń:

$$(8) \qquad \frac{W^2}{2g} = \frac{p_0\,(u_0 - \alpha)}{k}\left[1 - x^k + \varepsilon_0\,k\,(1 - x)\right].$$

2. Wydatek I i szybkość gazu W_c w najmniejszym przekroju S_c dyszy autor oblicza na podstawie równania ciągłości strugi:

W dowolnym przekroju S dyszy ilość gazu przepływającego na jednostkę przekroju wynosi:

$$(9) \qquad \frac{I}{S} = \frac{W}{u}$$

Podnosząc do kwadratu równanie (9), oraz zastępując W^2 przez wartość wyciągniętą z równania (8), otrzymuje:

$$(10) \qquad \left(\frac{I}{S}\right)^2 = \frac{2\,g\,p_0}{k\,(u_0 - \alpha)} \cdot \frac{x^{2\,(1-k)}\left[1 - x^k + \varepsilon_0\,k\,(1 - x)\right]}{(1 + \varepsilon_0\,x^{1-k})^2}.$$

Największy wydatek na jednostkę powierzchni będzie w najmniejszym przekroju dyszy; ażeby więc określić, jakie ciśnienie panuje w tym przekroju, należy pochodną drugiego wyrazu prawej strony równania (10) przyrównać do zera (ponieważ pierwszy wyraz zależy wyłącznie od warunków początkowych, natomiast drugi jest zmienny i zależy od $x = \frac{p}{p_0}$).

Pochodna tego wyrazu równa się:

$$(11) \qquad x_c^k = \frac{2(1-k)}{2-k} - 2\varepsilon_0 k\left(x_c - \frac{1-k}{2-k}\right) - \varepsilon_0^2 \frac{k}{2-k} x_c^{2-k}$$

gdzie x_c oznacza stosunek ciśnienia w najmniejszym przekroju dyszy p_c do ciśnienia początkowego p_0:

Z równania (11), przyjmując $k = 0{,}2$ otrzymuje się dla x_c wartość następującą:

$$(12) \qquad x_c = 0{,}555\left(1 - \frac{\varepsilon_0}{4} + \frac{\varepsilon_0^2}{8}\right).$$

Dla gazów doskonałych

$$x_c = 0{,}555$$

z czego wynika, że „kowolumen" zmniejsza ciśnienie w najmniejszym przekroju dyszy w przybliżeniu o około $\frac{\varepsilon_0}{4}$.

Dla znalezienia $\frac{I}{S}$ wystarczy teraz w równaniu (10) zastąpić wartość dla x wartością wyciągniętą z równania (12) i wówczas otrzymuje się:

$$(13) \qquad \frac{I}{S_c} = 0.658\sqrt{\frac{g\,p_0}{u_0}}\left[1 + 0{,}276\,\varepsilon_0 - 0{,}134\,\varepsilon_0^2\right].$$

Wzór ten stosuje się tylko wówczas, gdy ciśnienie wylotowe jest mniejsze od $x_c\,p_0$, czyli mniej więcej mniejsze od $0{,}555\,p_0$.

Temperatura T_c w tym przekroju równa się, jak i dla gazów doskonałych:

$$(14) \qquad \frac{T_c}{T_0} = \left(\frac{p_c}{p_0}\right)^k = x_c^k$$

a szybkość gazów W_c w/g (8) wynosi:

$$(15) \qquad W_c = \sqrt{2g\frac{\gamma}{\gamma+1}p_0\,u_0}\left[1 + 0{,}1\,\varepsilon_0 - 0{,}057\,\varepsilon_0^2\right]$$

Szybkość W_c można również wyrazić w funkcji p_c, u_c i wówczas, zastępując ε_0 przez ε_c, które równa się $\varepsilon_0\,x_0^{1-k}$, otrzymamy:

$$(16) \qquad W_c = \sqrt{g\,\gamma\,p_c\,u_c}\left(1 + \frac{\varepsilon_0}{2} - \frac{\varepsilon_0^2}{8}\right)$$

(u_c, p_c, ε_c oznaczają odpowiednie wartości w najmniejszym przekroju).

Szybkość W_c nazywa się *szybkością krytyczną* i równa się szybkości głosu w gazie o stanie, jaki panuje w najmniejszym przekroju dyszy.

Wypływ gazów posiadających pewną szybkość początkową.

Następnie autor rozpatruje wypadek, gdy gaz, wpływając do dyszy, posiada już pewną szybkość początkową W_0 podobnie jak to jest w lufie, gdzie gazy prochowe posiadają tę samą szybkość co i pocisk i opuszczają wylot lufy z szybkością pocisku V. Wypadek ten może być zresztą rozpatrywany analogicznie do poprzedniego, gdzie szybkość dopływowa przyjęta była równą zeru, jeżeli ciśnienie początkowe gazów p_0 podniesiemy do ciśnienia p_i, przy którem spadkowi ciśnienia $p_i - p_0$ odpowiada szybkość W_0.

Autor rozpatruje więc wypadek, gdy stan gazu we wejściu do dyszy jest określony przez $p_0\, u_0\, T_0\, W_0$, a w najmniejszym przekroju przez $p_c\, W_c\, T_c\, u_c$.

Opuszczając dla uproszczenia wpływ kowolumenu, który w tym wypadku jeszcze bardziej jest znikomy, otrzymuje:

$$W^2 = W_0^2 + 2g \frac{p_0 u_0}{k} \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^k \right] \tag{17}$$

a ponieważ

$$u = u_0 \left(\frac{p}{p_0} \right)^{1-k}$$

więc:

$$\left(\frac{W^2}{u^2} \right) = \left(\frac{W_0}{u_0} \right)^2 \left(\frac{p}{p_0} \right)^{2(1-k)} + 2g \frac{R\,T_0}{k\,u_0} \left[\left(\frac{p}{p_0} \right)^{1-k} - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{(2-k)} \right]$$

Zakładając jak poprzednio $x = \frac{p}{p_0}$ znajduje szybkość w najmniejszym przekroju W_c, przyrównywając do zera pochodną wyżej przytoczonego równania, stąd

$$x_c{}^k = \frac{2(1-k)}{2-k} \left(\frac{k\,W_0^2}{2g\,R\,T_0} + 1 \right) \tag{18}$$

Wstawiwszy tę wartość do (17) otrzymuje:

$$W_c^2 = \frac{1}{2-k} \left((k\,W_0^2 + 2g\,R\,T_0) \right) \tag{19}$$

We wzorze tym, biorąc jako jednostki sekundę, kilogram i metr, należy przyjąć $g = 9{,}81$ i $R = 3{,}16$.

Obliczenie przekrojów dyszy.

Znając teraz szybkość W (równanie 17) oraz szybkość W_c (19), można obliczyć dowolny przekrój dyszy, odpowiadający panującemu w tym przekroju ciśnieniu p.

Oznaczmy w tym celu przez S przekrój, jaki powinna posiadać dysza, gdy ciśnienie początkowe p_0 spadło do ciśnienia p_1 i nazwijmy „spółczynnikiem rozbieżności" albo „rozbieżnością" dyszy, $\delta = \frac{S}{S_c}$ (gdzie S_c jest najmniejszym przekrojem dyszy)

Wówczas:

$$\delta = \frac{S}{S_c} = \frac{u}{u_c} \cdot \frac{W_c}{W} = \left(\frac{p_c}{p}\right)^{1-k} \cdot \frac{W_c}{W}$$

Zapomocą tego równania po podstawieniu W i W_c, określonych równaniami (17) i (19), można obliczyć dla dowolnego ciśnienia p, odpowiedni przekrój S. W szczególności, w wypadku rozprężenia do ciśnienia atmosferycznego, należy przyjąć $p = 1$.

P r z y k ł a d. Przyjmujemy:

$$p_0 = 500 \text{ kg/cm}^2$$
$$T_0 = 2{,}200^0$$
$$W_0 = 700 \text{ m/sek.}$$

oraz $k = 0{,}2$

i $R = 3{,}16$

Otrzymamy:

$$P_c = 393 \text{ kg/cm}^2$$
$$T_c = 2{,}097^0$$
$$W_c = 900 \text{ m/sek,}$$

a przy rozprężaniu do ciśnienia atmosferycznego:

$$W_a = 2{,}308 \text{ m/sek.}$$
$$T_a = 635^0$$

i $\delta = 46{,}4$

Z powyższego wynika zatem, że gaz oziębia się do temperatury absolutnej 635^0, czyli 352^0 C, lecz jednocześnie przekrój końcowy dyszy musiałby być 46,4 razy większy od przekroju najmniejszego S_c.

Widzimy jednocześnie, że przy poczatkowej szybkości gazów $W_0 = 700$ m/sek. ciśnienie gazów w najmniejszym przekroju osiąga zaledwie $78{,}6\%$ ciśnienia początkowego p_0, podczas gdy przy $W_0 = 0$ ciśnienie to nieprzekracza $55{,}5\%$ p_0.

Dla tych samych danych początkowych autor przytacza tabelę wartości poszczególnych przekrojów dyszy i temperatur odpowiadających stopniowemu spadkowi ciśnienia.

p kg/cm²	$\delta = \frac{S}{S_a}$	T^0 (absolutna)
500	1,06	2 200
400	1,0001	2 105
393 — przekrój minimalny	1,	2 097
300	1,041	1 987
200	1,183	1 832
100	1,750	1 595
10	8,60	1 006
1	46,38	635

Z powyższej tabeli wynika, że o ile dysza nie posiada odpowiedniej rozbieżności, to gazy wypływają z niej o ciśnieniu wyższem od atmosferycznego; np. dla rozbieżności $\delta = 1{,}75$ ciśnienie wylotowe gazów z dyszy równa się jeszcze 100 kg/cm^2.

Następnie autor podaje wzory, pozwalające obliczyć stan gazów w czasie ich przepływu przez lufę.

W tym celu autor uważa lufę jako zbiornik, zawierający gaz o wielkiem ciśnieniu i posiadający otwór odpływowy, równy dokładnie powierzchni przekroju poprzecznego przewodu. Niezależnie od powyższego przyjmuje, że gazy w tym zbiorniku posiadają ciśnienie, temperaturę i szybkość niejednostajną; a mianowicie: ciśnienie zmniejsza się poczynając od zamka aż do wylotu lufy, szybkość zaś równa zeru przy zamku osiąga przy wylocie szybkość początkowa pocisku V, przyczem jednocześnie tworzą się ruchy falowe gazów oraz powstaje tarcie się wzajemne cząsteczek gązu o siebie.

Abstrahując, ze względu na uproszczenie rachunku, od zjawiska powstawania fal i tarcia oraz przyjmując jako stan początkowy gazów pewne ciśnienie p_i i temp. T_i, wyższe od ciśnienia p_0 i temp. T_0, przy którem gazy opuszczają lufę (uwzględniając w ten sposób szybkość gazów u wylotu lufy W_0), autor sprowadza zagadnienie do następującego zadania:

Mając zbiornik o objętości U (objętość całkowita lufy) zawierający gaz o ciężarze ω_i, ciśnieniu p_i i temperaturze T_i, który odpływa w atmosferę przez dyszę o najmniejszym przekroju S_c, obliczyć, przy założeniu, że rozprężanie jest adjabatyczne, ciężar ω gazów, pozostałych po upływie czasu t w zbiorniku, jak również ciśnienie p i tem. T^0.

Jeżeli nie uwzględnimy kowolumenu i ograniczymy wyrażenie dla wydatku gazów I do drugiego wyrazu, to otrzymamy:

$$I = a\,S\sqrt{gp}\,(1 + 0{,}276\,\varepsilon - 0{,}134\,\varepsilon^2)$$

gdzie:

$$a = \sqrt{\gamma}\left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}} = 6{,}658 \text{ (przy } \gamma = 1{,}25)$$

i

$$\varepsilon = \frac{\alpha}{u - \alpha}$$

Wyrażając J w kg. na sekundę, S w dm.^{2}, p w kg/cm^2 i u w dm.^{3} na kg. spółczynnik b równa się:

$$b = a\sqrt{9{,}81}\,\sqrt{100} = 65{,}2$$

skąd

$$I = b\,S\sqrt{\frac{p}{u}}\,(1 + 0{,}276\,\varepsilon - 0{,}134\,\varepsilon^2)$$

Na podstawie wydatku I autor ustala wzory dla p, T, ω, w postaci następującej:

(20) $$p = p_i \left(1 + \frac{t}{\Theta}\right)^{-\frac{2\gamma}{\gamma - 1}}$$

(21) $$T = Ti \left(1 + \frac{t}{\Theta}\right)^{-2}$$

(22) $$\omega = \omega_i \left(1 + \frac{t}{\Theta}\right)^{-\frac{2}{\gamma - 1}}$$

We wzorach tych:

$$\Theta = \frac{0{,}1227\ U}{\sqrt{p_i\ u_i}\ S} \text{(dla } \gamma = 1{,}25)$$

t — czas w sekundach

Całkowity czas wypływu gazu z lufy aż do chwili gdy ciśnienie spadnie aż do ciśnienia atmosfer. wynosi:

$$\tau = \Theta\,(pi^{0{,}1} - 1)$$

Jeżeli natomiast uwzględni się wpływ kowolumenu na przepływ gazu, to można ustalić następujące równania:

(23) $$u + 1 = (u_i + 1)\left(1 + \frac{t}{\Theta_\alpha}\right)^\gamma$$

gdzie

$$\Theta_\alpha = \Theta\left(1 + \frac{0{,}718}{u_i} + \frac{0{,}48}{u_i^{\,2}}\right) \text{ (dla } \gamma = 1{,}25)$$

Równanie (23) pozwala obliczyć ciężar gazów ω pozostałych w zbiorniku (lufie) ponieważ, mając u, można obliczyć ω z równania: $\omega = \frac{U}{u}$

Ciśnienie p oblicza się z równania:

$$p\,(u - \alpha)^\gamma = p_i\,(u_i - \alpha) = A$$

podstawiając wartość dla u z (23)

Temperaturę T określa równanie

$$T = Ti\left(\frac{u_i - \alpha}{u - \alpha}\right)^{\gamma - 1}$$

Czas trwania wypływu T_α oblicza się z równania następującego:

$$1+\frac{\tau_\alpha}{\Theta_\alpha}=p_0^{0,1}\left[1-\frac{0,244}{u_i}\left(1-p_i^{-0,8}\right)\right]$$

W jakim stopniu wpływa kowolumen na przepływ gazów, wskazuje następujący przykład, obliczony dla lufy 75 mm, wz. 97 r.

$$p_i=400\ \text{kg/cm}^2, \qquad u_i=14,25\ \text{dm}^3/\text{kg.},$$

$$U=17,1\ \text{dm}^3, \qquad S=0,442\ \text{dm}^2, \ \frac{U}{S}=38,68\ \text{dm}.$$

Dla tych danych

$$\Theta=0,0629'' \quad \text{i} \quad \Theta_\alpha=1,0528\,\Theta=0,0662'',$$

a całkowity czas wypływu z lufy wynosi:

$$\tau=0,8206\,\Theta=0,0516''$$

$$\text{i} \quad \tau_\alpha=0,7896\,\Theta_\alpha=0,0522''$$

Z tego wynika, że wpływ kowolumenu wyraża się w opóźnieniu wypływu gazu z lufy o 0,6% całkowitego okresu.

Jeśli więc wykreślimy krzywe ciśnienia gazów w lufie w funkcji czasu t: 1) bez uwzględnienia wpływu kowolumenu i 2) z uwzględnieniem tegoż, to skonstatujemy, że na początku wypływu druga krzywa będzie układała się poniżej pierwszej; następnie przetnie ją po upływie czasu $t=0,03''$ i ułoży się powyżej pierwszej krzywej.

Największa różnica między obydwiema krzywemi odpowiada czasowi $t=$ $=0,0035''$ i wynosi 7,7 kg/cm², co już nie jest bez znaczenia.

Poniższa tabela podaje liczbowe dane ciśnienia p, panującego w zbiorniku, w założeniu, że gaz jest doskonały, oraz ciśnienia p_α, odpowiadającego gazowi rzeczywistemu z uwzględnieniem kowolumenu. Czas t wyrażony jest w tysięcznych częściach sekundy:

t (tys. sek.)	0	2	5	10	20	30	40
p (kg/cm³)	400	292,46	186,17	91,48	25,28	8,096	2,912
p_α „	400	285,93	178,58	87,03	24,06	8,092	2,997

Wykres Nr. 1 podaje zmianę ciśnienia p w funkcji czasu t, bez uwzględnienia wpływu „kowolumenu". Krzywa C przy dziesięciokrotnem powiększeniu wskazuje różnicę ciśnień obliczonych przy uwzględnieniu wpływu kowolumenu i bez uwzględnienia takowego.

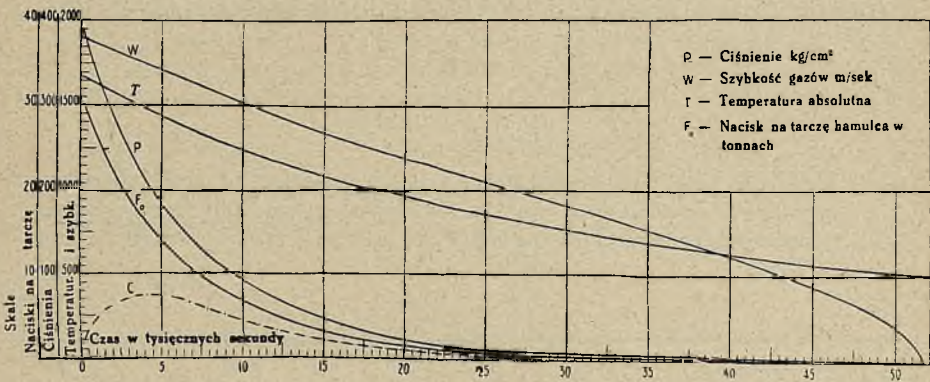
Z wykresu tego wynika, że całkowity odpływ gazów trwa 0,0516", podczas gdy ciśnienie już po upływie 0,0045" zmniejsza się o połowę i spada do 0,1 początkowej wysokości po upływie 0,016".

Na wykresie tym podane są również krzywe temperatury T, szybkości gazów W w funkcji czasu t, oraz krzywa nacisku teoretycznego F na tarczę hamulca wylotowego.

Całkowita ilość ruchu i średnia szybkość strumienia gazu, wypływającego ze zbiornika przez dyszę.

W dalszym ciągu swej pracy autor wyprowadza równanie całkowitej ilości ruchu N oraz średniej szybkości Wm wypływu strumienia gazów, rozprężających się do ciśnienia atmosferycznego. W celu uproszczenia rachunku autor nie uwzględnia wpływu „kowolemenu", ponieważ błąd stąd wynikający nie ma praktycznie większego znaczenia.

Oznaczając przez ω_0 ciężar gazu, zawartego początkowo w zbiorniku o ciśnie-



Rys. 1.

niu p_0, a przez u objętość właściwą gazu po rozprężeniu się do ciśnienia p, równanie dla ekspansji adjabatycznej.

(24) $$p u^{\gamma} = p_0 u_0^{\gamma}$$

pozwala obliczyć ciężar gazu pozostałego w zbiorniku ω zapomocą wzoru:

$$\omega = \omega_0 \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

a skąd
$$d\omega = \frac{\omega_0}{\gamma} p_0^{-\frac{1}{\gamma}} p^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} dp$$

albo

(25) $$d\omega = (1-k)\,\omega_0\, p_0^{k-1}\, p^{-k}\, dp \left(\text{przy } k = \frac{\gamma-1}{\gamma}\right)$$

Przyrost ilości ruchu dN, odpowiadający temu ciężarowi $d\omega$, wypływającemu ze zbiornika, równa się:

$$d\,N = W\frac{d\omega}{g}$$

gdzie W oznacza szybkość strumienia, uzyskaną wskutek rozprężenia się gazu do ciśnienia pa i która się równa:

$$W^2 = \frac{2g}{k}\,pu\left[1 - \left(\frac{pa}{p}\right)^k\right] \tag{26}$$

Jeżeli przyjmiemy, że rozprężanie nastąpiło aż do ciśnienia atmosferycznego, a więc $pa = 1$, to podstawiając do (26) zamiast u jego wartość w funkcji p z równania (24), otrzymamy dla W następujące wyrażenie:

$$W^2 = \frac{2g}{k}\,p_0^{\;1-k}\,u_0\,(p^k - 1) \tag{27}$$

Całkowita ilość ruchu N strumienia gazów, poczynając od chwili rozpoczęcia wypływu, gdy ciśnienie gazów jest p_0, aż do jego ukończenia przy ciśnieniu $pa = 1$, otrzymamy, podstawiając zamiast W jej wartość z (27), a zamiast $d\omega$ jego wartość z (25)

$$N = J\,\omega_0\sqrt{\frac{2}{g}\,p_0\,u_0} \tag{28}$$

gdzie

$$J = \frac{1-k}{\sqrt{k}}\,p_0^{\frac{k}{2}-1}\int_1^{P_0}\frac{\sqrt{p^k-1}}{p^k}\,dp\,.$$

Zakładając: $k = 0{,}2$

i $p^{-k} = y$

otrzymamy

$$J = \frac{8\sqrt{5}}{63}\sqrt{1-y_0}\,[7 - y_0 - 1{,}2\,y_0^2 - 1{,}6\,y_0^3 - 3{,}2\,y_0^4] \tag{29}$$

Średnia szybkość Wm podczas całego okresu wypływu gazu otrzymuje się przez podzielenie obliczonej całkowitej ilości ruchu N przez masę gazu, jaka wypływa ze zbiornika:

$$\frac{\omega_0 - \omega a}{g} = \frac{\omega_0}{g}\,(1 - p_0^{\;k-1})$$

μ stosunek tej średniej szybkości Wm do szybkości początkowej gazu W_0, która równa się:

$$W_0 = \sqrt{\frac{29}{k}\,p_0 u_0\,(1 - p_0^{\;-k})}$$

wynosi

$$\mu = \frac{Wm}{W_0} = \frac{\sqrt{k}}{(1 - p_0^{\frac{k-1}{}}) \sqrt{1 - p_0^{-k}}} \cdot J \tag{30}$$

Dla

$$k = 0{,}2$$

$$\text{i} \quad p^{-0{,}2} = y$$

$$\mu = \frac{8}{63\,(1 - y_0^4)}[7 - y_0\,1{,}2\,y_0^2 - 1{,}6\,y_0^3 - 3{,}2\,y_0^4] \tag{31}$$

Równania te pozwalają dość szybko obliczyć średnią szybkość wypływu Wm (30) oraz całkowitą ilość ruchu N (28) i w tym celu należy tylko przyjąć odpowiednią wartość dla k.

Poniższa tablica podaje w powyższy sposób obliczenie wartości dla μ dla ciśnień początkowych p_0, wynoszących $1 + \varepsilon$, 10, 100, 500. 1000 kg/cm² oraz dla wartości $k = 0$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{5}$ i $\frac{2}{7}$, odpowiadających wartościom $\gamma = 1$, $\frac{10}{9}$, $\frac{5}{4}$ i $\frac{7}{5}$. Ostatnia z tych wartości odpowiada gazom doskonałym zimnym, a trzecia z kolei gazom prochowym w lufie.

Wartości $\mu = \frac{Wm}{W_0}$

p_0 w kg/cm²	$1 + \varepsilon$	10	100	500	1000
$k = 0$	$\frac{2}{3}$	0,801	0,882	0,912	0,921
$k = 0{,}1$	$\frac{2}{3}$	0,778	0,850	0,880	0,888
$k = 0{,}2$	$\frac{2}{3}$	0,752	0,812	0,838	0,846
$k = 0{,}286$	$\frac{2}{3}$	0,733	0,783	0,796	0,803

Wykres Nr. 2 (str. 73) przedstawia krzywe $\mu = \frac{Wm}{W_0}$ dla 4 wartości w funkcji ciśnienia początkowego p_0, w granicach od 0 do 1250 kg/cm².

Przez interpolację można z dostateczną dla praktyki dokładnością określić wartość dla μ dla wszelkich wartości γ i p_0, oznaczonych na wykresie.

Krzywe te posiadają wspólną wartość $\mu = \frac{2}{3}$, ciśnienie p_0 jest bliskie 1, następnie wskazują raptowny wzrost μ, poczem dalsze jego powiększanie się, lecz już bardziej łagodne.

Wykres wskazuje zatem, że średnia szybkość wypływu gazów wzrasta i zbliża się do szybkości początkowej W_0, przy dużych ciśnieniach, lecz wielkość ta zmniejsza się w miarę wzrostu k. Obliczenie wykazuje, że μ równałoby się $\frac{2}{3}$ bez względu na wielkość ciśnienia, o ileby k było równe $^1/_2$ co odpowiada $\gamma = 2$.

Stosunek μ jest więc zależny tylko od k i y, a więc od ciśnienia, i nie zależy od temperatury.

Poniższa tabela podaje wartości dla y_0, $\sqrt{1 - y_0}$ $\frac{\tau}{2}$ oraz μ dla dowolnych wartości p_0 w granicach od 0 do 1250 kg/cm³.

p_0 kg/cm²	$y_0 = p_0^{-0.2}$	$\sqrt{1 - y_0}$	$\frac{J}{2}$	μ
$1 + \varepsilon$	$1 - 0{,}2\,\varepsilon$	$0{,}448\,\varepsilon$	$0{,}3\,\varepsilon^3$	$\frac{2}{3}$
2	0,8705	0,3599	0,1329	0,6941
10	0,6310	0,6075	0,4804	0,7518
25	0,5253	0,6890	0,6199	0,7790
50	0,4573	0,7367	0,7015	0,7965
100	0,3981	0,7758	0,7672	0,8116
200	0,3466	0,8083	0,8207	0,8241
300	0,3196	0,8249	0,8474	0,8306
400	0,3017	0,8356	0,8647	0,8348
500	0,2885	0,8435	0,8770	0,8376
750	0,2661	0,8567	0,8978	0,8426
1000	0,2512	0,8653	0,9113	0,8459
1250	0,2402	0,8717	0,9210	0,8471

Na podstawie wartości powyższej tabelki, autor wyprowadza empiryczny wzór dla μ

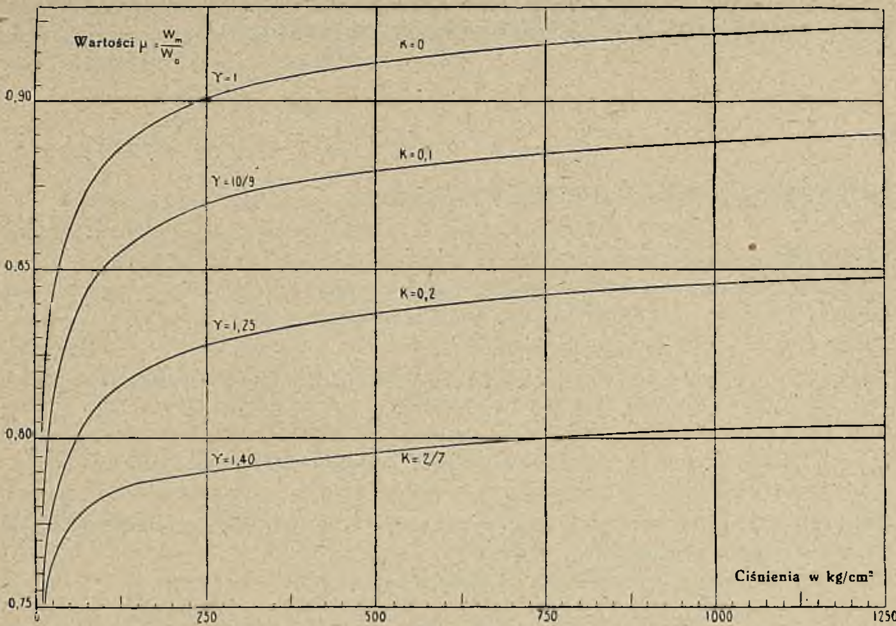
(32) $$\mu = 0{,}9025 \sqrt{1 - 0{,}483\, y_0}$$

lub jeszcze prostszy

(32) $$\mu^2 = 0{,}41\ (2 - y_0)$$

Błąd względny w ten sposób obliczonego nie przekracza 0,001 w granicach ciśnień od 5 — do 1250 kg/cm².

Obliczenie nacisku strumienia gazowego na tarczę hamulca.

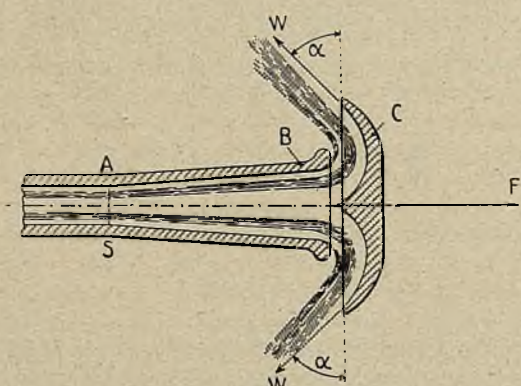


Rys. 2.

Wyobraźmy sobie, że gaz całkowicie rozprężony w dyszy *A*, napotyka przy wyjściu z dyszy tarczę *C*, tworzącą dookoła osi dyszy kanał odpływowy dla gazu. (Rys. 3).

Oznaczony przez α kąt, jaki tworzy ostatni element tarczy *C* z kierunkiem odwróconego strumienia gazu.

Pod wpływem ciśnienia strumienia gazu, tarcza *C* otrzymuje nacisk osiowy *F*, którego wielkość równa się różnicy ilości ruchu strumienia gazowego na wej-



Rys. 3.

ściu i na wyjściu z kanału tarczy. Jeżeli nie uwzględnimy tarcia gazów o ścianki tarczy, ani też tarcia cząsteczek gazu o siebie, to otrzymamy:

$$(33) \qquad F_{\alpha}' = -(1 + \sin \alpha) \frac{dN}{dt} = -(1 + \sin \alpha) \frac{W}{g} \frac{d\omega}{dt}$$

a zastępując $\frac{d\omega}{dt}$ przez I (wydatek gazu w kg.)

otrzymamy:

$$(33)' \qquad F_{\alpha} = (1 + \sin \alpha) W \frac{I}{g}$$

Dla kąta $\alpha = 0$, przy którym gazy uchodzą prostopadle do osi lufy mamy:

$$(34) \qquad F_0 = -\frac{dM}{dt} = W \frac{I}{g}$$

Równania (33) i (34) pozwalają obliczyć nacisk F, podstawiając tylko zamiast W i I ich wartości, wyciągnięte z równań (8) i (22).

Dla celów praktycznych autor podaje bardzo prosty wzór dla F,

$$F = 0{,}658 \sqrt{\frac{2}{k}} \cdot S \cdot p \sqrt{1 - \left(\frac{p}{pa}\right)^{-k}}$$

Oznaczając w równaniu tem F w kg., S w dm², p w kg/cm², oraz zakładając $k = 0{,}2$, otrzymamy:

$$(35) \quad F = 208\ S\ p \sqrt{1 - p^{-0{,}2}}$$

Ze wzoru tego wynika, że nacisk F jest proporcjonalny do przekroju przewodu lufy S i prawie, że proporcjonalny do ciśnienia p gazów, pozostających w danej chwili w lufie; nie zależy natomiast od temperatury gazów.

Powyższy wzór dla F przyjmuje jeszcze prostszą postać, jeżeli:

$$\sqrt{1 - p^{-0{,}2}} = \sqrt{1 - y_0}$$

przyrównamy do 0,82 (patrz tabelę poprzednią) i wówczas otrzymamy:

$$F = 171\ Sp$$

Na wykresie Nr. 1 (str. 69) podana jest dla działa 75 *GP* krzywa szybkśoci W oraz krzywa nacisku F dla kąta $a = 0$, obliczone zapomocą wzoru (35) i uzupełnione wyrażeniem, uwzględniającem kowolumen. Z wykresu wynika, że na-

cisk $F_0 = 31{,}300$ kg. na początku odrzutu raptownie następnie maleje. Po upływie 0,005 sek. wynosi on 45% wartości początkowej, po upływie 0,010 sek. — 21%, a po 0,020 sek. — już tylko 5,2%.

Działanie hamulców wylotowych.

Wyobraźmy sobie hamulec wylotowy z pojedyńczą tarczą i rozpatrzmy następujące zjawiska, jakie zachodzą w nim podczas działania gazów:

1. W czasie przepływu gazów przez dyszę powstające tarcie gazów o ścianki dyszy oraz wiry zmniejszają szybkość gazu na wejściu do tarczy, również tarcie o ścianki tarczy i wiry w niej zachodzące zmniejszą szybkość gazów na wylocie z tarczy. Wszystkie te straty przepływowe powoduje zmniejszenie nacisku F i to tem więcej, im mniejszy jest promień krzywizny tarczy.

Spółczynnik zmniejszenia szybkości przepływu gazów, który oznaczymy przez ρ jest więc funkcją kąta α.

Szybkość na wyjściu z dyszy wynosi więc ρW. We wzorach (33) i (33)′ należy więc zastąpić $\sin \alpha$ przez $\rho \sin \alpha$ i wówczas dla F_α otrzymamy następujący wzór:

$$(36) \quad F_\alpha = (1 + \rho \sin \alpha) W \frac{I}{g}$$

2. Przy budowie dyszy nie należy jej nadawać takie rozbieżności, przy której zachodzi całkowite rozprężanie gazu przed wejściem do kanału tarczy, ponieważ w tym wypadku strumień mógłby się oderwać od ścianki dyszy, co w konsekwencji spowodowałoby duże straty przepływowe. Z drugiej strony gaz, wchodząc do kanału tarczy z pewnem nadciśnieniem, rozpręża się w nim do ciśnienia wylotowego i działa na tarczę na zasadzie „reakcji". Takie działanie zwiększa „sprawność" hamulca wylotowego, podobnie jak to zostało stwierdzone w turbinach parowych.

Największą sprawność osiąga się, gdy stopień reakcyjności równa się 0,5, t. j., gdy połowa spadku ciśnienia odbywa się w dyszy, a druga połowa w łopatkach wirnika turbiny.

3. Pocisk przechodząc przez hamulec wylotowy odgrywa w nim rolę korka i powoduje podział całej ilości gazu, wypływającego z lufy na dwie części: jedna z nich przepływa pomiędzy zewnętrzną powierzchnią pocisku i wewnętrzną powierzchnię dyszy, a druga zapełnia objętość pozostawioną przez dno pocisku. Pierwsza część gazów, działając na ścianki tarczy, powoduje działanie hamujące, które z początku rośnie od zera aż do pewnego maximum w momencie, gdy przekrój przepływowy osiąga wielkość powierzchni przewodu lufy S, poczem maleje nieco aż do chwili, gdy pocisk opuści otwór środkowy tarczy.

Widzimy więc, że w czasie przejścia pocisku przez hamulec wylotowy, odpływ gazów z tarczy odbywa się w dwóch okresach: pierwszy względnie krótki, o działaniu hamującem stale wzrastającem, drugi zaś o działaniu prawie stałem. Największy nacisk na tarczę, a więc maksymalne działanie hamujące powstaje na początku drugiego okresu. Należy jednak zaznaczyć, że czas obydwóch okresów jest jednak stosunkowo nieznaczny w porównaniu z okresem całkowitego odpływu.

Pewne pojęcie o tem daje przykład przeliczony dla lufy 75*G P*, zaopatrzonej w hamulec o długości 300 m/m. Pocisk (7,24 kg) z ładunkiem miotającym 1,2 kg. opuszcza lufę z $V_0 = 655$ m/sek.

Czas przejścia pocisku przez hamulec wynosi więc:

$$t = \frac{0{,}3}{655} = 0{,}00046 \text{ sek.}$$

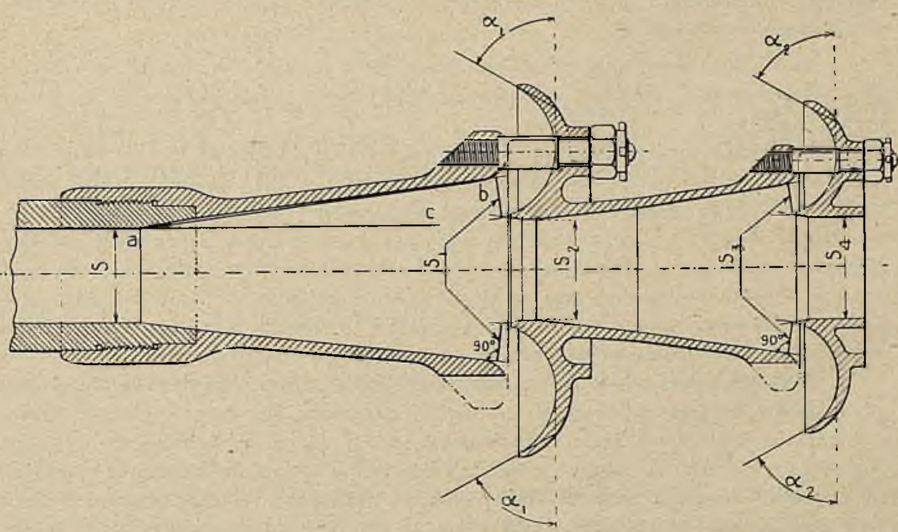
podczas gdy całkowity czas wypływu gazów, obliczony dla ciśnienia początkowego kg/cm^2 dochodzi do 0,51 sek., a czas przy którym ciśnienie spadnie o połowę wynosi 0,0046 sek., czyli jest dziesięć razy większy od czasu przejścia pocisku przez hamulec.

4. Z chwilą opuszczenia przez pocisk hamulca wylotowego całkowity wydatek gazów I rozdziela się na dwie części; jedna I_1 wypływa przez kanał obwodowy tarczy i kontynuuje działanie hamujące, natomiast druga I_2 przepływa przez otwór centralny tarczy i działa w przeciwnym kierunku, na zasadzie reakcji.

Jeżeli krawędź wejściowa otworu centralnego tarczy nie jest zbytnio odsunięta ku tyłowi płaszczyzny wylotowej dyszy, oraz o ile dysza nie posiada zbyt wielkiej rozbieżności, można z dostateczną dokładnością przyjąć, że I_1 i I_2 są proporcjonalne do przekrojów S_1 i S_2 (patrz rys. 4). Wówczas

$$(37) \quad I_1 = I \frac{S_1}{S_1 + S_2} \text{ i } I_2 = I_1 \frac{S_2}{S_1 + S_2}$$

Celem więc zwiększenia S_1, a zatem i I_1, w praktyce buduje się dysze długie, ponieważ ze względu na obawę odrywania się strumienia gazu od ścianki



Rys. 4

dyszy pochylenie ścianki dyszy nie powinno przekraczać 12%. To wydłużenie dyszy z wyżej wspomnianych względów nie ma oczywiście nic wspólnego z dążeniem do osiągnięcia całkowitego rozprężenia gazów.

W konstrukcjach, jak na rys. 4, w których istnieją dwie tarcze, strumień gazowy rozdziela się dwukrotnie; pierwszy raz, jak w wypadku poprzednio omawianym, a drugi raz w zależności od powierzchni przekroju wejściowego kanału obwodowego drugiej tarczy S_3 i od powierzchni otworu środkowego S_4.

$$I_3 = I_2 \frac{S_3}{S_3 + S_4} \text{ i } I_4 = I_2 \frac{S_4}{S_3 + S_4}$$

Przyjmując pod uwagę, że $S_4 = S_2$, otrzymamy

$$I_4 = I_2 \frac{S_3}{S_2 + S_3} = I \frac{S_2^2}{(S_1 + S_2)(S_8 + S_2)}$$

a wówczas całkowita ilość gazów, przepływających przez kanały obwodowe obu tarcz, wynosi:

$$(38) \quad I_1 + I_3 = I \left[1 - \frac{S_2^2}{(S_1 + S_2)(S_3 + S_2)} \right]$$

Promień krzywizny kanału obwodowego przyjmuje się:

a) w wypadku jednej tarczy

$$r = \frac{S_1}{S_1 + S_2}$$

b) przy dwóch tarczach

$$r = 1 - \frac{S_2^2}{(S_1 + S_2)(S_3 + S_2)}$$

Dzięki temu ilość gazów przepływających drogę pocisku wynosi stale:

$$(39) \quad I_2 \text{ lub } I_4 = (1 - r)\, I.$$

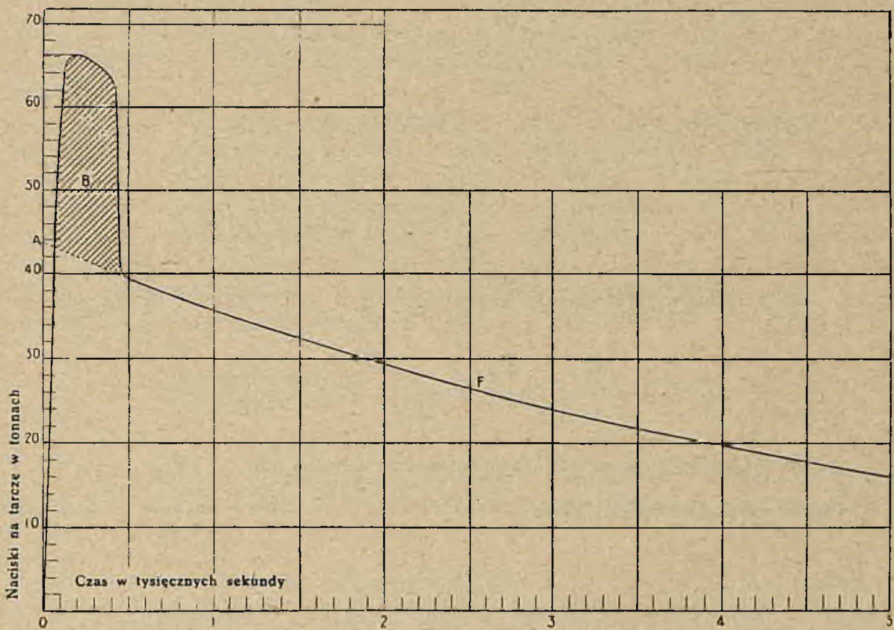
a pożyteczna ilość gazów, przepływająca przez oba kanały obwodowe wynosi:

$$(40) \quad I_1 \text{ lub } I_1 + I_3 = r\, I.$$

Wykres Nr. 5 podaje krzywą nacisku dla lufy 75 *G P.*, wytworzonego przez hamulec wylotowy z pojedyńczą tarczą i obliczonego na podstawie wyżej przytoczonych rozważań (nie uwzględniając strat tarcia), przyczem obliczenie zostało dokonane dla szeregu bardzo bliskich siebie położeń pocisku.

Charakterystyczne cechy hamulca: $\alpha = 27{,}5^0$; $r = 0{,}573$. Ciśnienie początkowe gazów p_i w chwili, gdy pocisk o ciężarze 7,24 kg. opuszcza lufę, przyjęto równe 500 kg/cm². Ciężar ładunku $\omega_i = 1{,}2$ kg. V = 655 m/sek.

Z wykresu widzimy, że nacisk wzrasta z początku bardzo szybko i po upływie 0,18 tysięcznych sek. osiąga wartość max., wynoszącą 66,000 kg.; następnie



Rys. 5.

po 0,46 tysięcznych sek. (czas przejścia pocisku przez hamulec) szybko spada, poczem maleje powoli, i po upływie 51 tysięcznych sek. (na wykresie nie pokazano) dochodzi do zera.

Powierzchnia B zakreskowana na wykresie, przedstawiająca działanie korka, jaki tworzy pocisk w czasie przejścia przez hamulec, wynosi zaledwie około 3% całkowitej powierzchni, zawartej między krzywą *F* i osiami spółrzędnych.

Należy jednocześnie zaznaczyć, że suma impulsów *Fdt* w czasie pierwszych 5 tysięcznych sek. wynosi 60% całkowitej sumy impulsów w czasie 51 tysięcznych sek., w którym to okresie następuje całkowity wypływ gazów z lufy.

M. D.

ITALJA

„RIVISTA DI ARTIGLIERIA E GENIO" — *Lipiec 1931 r.*

1. O dokładności pomiarów i o przyczynach błędów przy jednostacyjnem mierzeniu odległości. — dr. M. Conti.

Autor wyjaśnia, że wielkość błędu, popełnionego przy określaniu odległości zapomocą jednostacyjnego dalmierza, zależy od trzech czynników: od podstawy dalmierza, odległości mierzonej i od paralaksy. Ponieważ przyjmujemy, że podstawa jest niezmienna, więc dla określonej odległości błąd zależy wyłącznie od paralaksy. Dla konstruktora i dla optyka ważnem jest tedy przy projektowaniu dalmierza przestudjowanie części, zespołów i układów optyczno-mechanicznych, od których układu i ustawienia zależy wartość paralaksy.

Rozróżniając pojęcie dokładności (wykonania) dalmierza od prawidłowości jego konstrukcji łatwo jest zauważyć, że badania, potrzebne do usunięcia wpływu wszelkich zmian w systemie optyczno-mechanicznym (odbijają się one w sposób bardzo dobitny na pomiarach paralaksy) należyześrodkować na dwóch zasadniczych punktach: na badaniu zmian optycznego układu, ustalonego geometrycznie i na studjowaniu przyczyn deformacji obrazów; oba te punkty są związane bezpośrednio ze zmianami temperatury.

Podczas projektowania więc dalmierzy prace polegają na rozważeniu cech charakterystycznych materjałów, które mają być użyte do budowy, oraz na wyborze najodpowiedniejszego typu układu optyczno-mechanicznego, który, łącznie z cechami materjału, ma wielki wpływ na zachowanie się geometrycznego układu dalmierza.

Rozpatrując charakterystykę metali najpierw należy zwrócić uwagę na ich „rozszerzalność", aby móc ją uzgodnić z analogiczną cechą szkieł, użytych do części optycznej instrumentu.

Każda część optyczna w instrumencie musi być tratowana jako system geometryczny jak najdokładniej określony i jak najdokładniej sztywny w przestrzeni; zruszenie się jego o wielkość, odpowiadającą długości fali świetlnej, może już spowodować zmianę w przebiegu tej ostatniej.

Rozszerzalność szkła jest natury skomplikowanej i zależy od różnorakich przyczyn, jeszcze niezupełnie wyjaśnionych.

Więcej znane, ale często dość skomplikowanej natury, są czynniki, które wpływają na rozszerzalność metali, w szczególności na stopy, a tembardziej na stopy lekkie, które obecnie wprowadza się do budowy instrumentów optycznych wzamian stopów ciężkich, które jednakże pod względem rozszerzalności są o wiele mniej skomplikowane. Tutaj leży trudność utrzymania części optycznych w położeniu geometrycznem ściśle określonem i przy tem określonem w sposób absolutny, ponieważ chodzi o umocowanie tych części optycznych w zespole metalowym, podtrzymującym je, a różniącym się tak strukturą, jak i zachowaniem; położenie to nie może być nigdy ściśle określone w przestrzeni. Trudność ta okaże się jeszcze większa, jeżeli weźmiemy pod uwagę, że chodzi tu o wpływ nie zwykłej prostej rozszerzalności linjowej, lecz o rozszerzalność więcej skomplikowaną, bo — przestrzenną.

Badanie właściwości cieplnych ośrodków optycznych niema znaczenia, o ile nie jest prowadzone równolegle z badaniem analogicznych właściwości tworzyw

metalowych, używanych w konstrukcji precyzyjnych instrumentów mechaniczno-optycznych. Badania powinny być przeprowadzone nad wielką ilością różnych typów szkieł optycznych, w laboratorjach dobrze zaopatrzonych również w urządzenia do wszelkich prac nad zmianą właściwości metali; wtedy można liczyć, że rezultaty będą miały doraźne i praktyczne znaczenie.

Zjawisko rozszerzalności ośrodków optycznych i części mechanicznych może wywołać natychmiastowy oddźwięk w nierównomierności przechodzenia fal świetlnych przez instrument; zjawisko rozszerzalności może się przejawić następnie w molekularnej budowie użytych materjałów optycznych w podwójnej formie, albo jako „anizotropja właściwa" (optyczna), albo jako „anizotropja mechaniczna" ośrodka optycznego. W pierwszej wchodzą w grę tylko siły molekularne szkła, w drugiej zaś, oprócz poprzednich, również siły molekularne części mechanicznych, które otaczają i podtrzymują wymienione części optyczne.

Anizotropja właściwa ośrodka optycznego i jej wpływ na zmiany jego charakterystyki optycznej jest ujęta dostatecznie szeroko z uwzględnieniem najnowszych badań w tej dziedzinie w „Annuario dell'Associazione Ottica Italiana" Nr. 2 z 1929 roku.

Tutaj autor przypomina jedynie, że temperatury, stosowane przy wyrobie szkła, mają wielki wpływ na jego charakterystykę optyczną i muszą być, wobec tego, brane pod uwagę przez konstruktora przy opracowywaniu aparatów optycznych. Podręczniki podają, między innemi, temperatury wyżarzania głównych gatunków szkła w następującej tabeli:

	Granice temperatury odżarzania	
	maksymalna	minimalna
Borokrzemowe szkło	570° C	550° C
Crown zwykły	620°	590°
Crown barowy lekki	580°	550°
Crown barowy ciężki	550°	520°
Flint zwykły	500°	480°
Flint barowy lekki	480°	450°
Flint barowy ciężki	450°	420°

Autor twierdzi, że nazwy szkła określają jego skład chemiczny bardzo ogólnikowo, więc stosowanie się ścisłe do podanych temperatur mogłoby niezawsze doprowadzić do pożądanych rezultatów, lepiej więc opierać się na gęstości szkła δ, z którą związana jest temperatura jego wyżarzania Θ:

$$\Theta = f(\delta);$$

Jeszcze większą korzyść może przynieść poznanie rozszerzalności termicznej szkła, jako tej, która jest pierwszą oznaką wpływu ciepła na strukturę szkła. Nie wystarczy jednak poznanie linjowego spółczynnika rozszerzalności

$$\alpha_1 = \frac{l_t - l_0}{l_0};$$

gdzie l_0 i l_t są długościami sztabki przy temperaturze 0^0 i t^0, lecz należy uwzględ-

nić objętościowy spółczynnik rozszerzalności, który można otrzymać z równania, znając skład chemiczny danego szkła:

$$\alpha_3 = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \ldots ;$$

gdzie x_1, x_2,..... są to wagowe zawartości w szkle tlenków, w procentach a a_1, a_2,...... odnośne spółczynniki, które dla głównych składników szkła optycznego wynoszą:

Na_2O	10,0
K_2O	8,5
CaO	5.0
Al_2O_3	5,0
PbO	3,0
BaO	3,0
B_2O_3	0,1
SiO_2	0,8

Jak widać z powyższej tablicy, szkła bogate w alkalja mają duży spółczynnik rozszerzalności, podczas gdy w szkłach, zawierających kwas borny i krzem spółczynnik ten wydatnie maleje.

Na podstawie poznania własności rozmaitych szkieł o różnych charakterystykach optycznych można przedstawić temperaturę wyżarzania Θ jako funkcję dwóch wartości, znanych dla każdego określonego szkła, a mianowicie „gęstości" i „spółczynnika rozszerzalności".

$$\Theta = f(\delta, \alpha);$$

Mając na względzie powyższą zależność i biorąc pod uwagę, że granice temperatury wyżarzania są niższe dla szkieł o wysokim spółczynniku rozszerzalności i naodwrót — wyższe dla szkieł o niskim spółczynniku, można przy pomocy np. metody Twymanna określić w przybliżeniu dostatecznem temperaturę i przebieg procesu wyżarzania szkła optycznego. Autor zaznacza, że lepiej jest używać na części optyczne gatunków szkła, które dla usunięcia wewnętrznych naprężeń wymagają niskiej temperatury wyżarzania, ponieważ łatwiej jest przy niskiej stosunkowo temperaturze otrzymać zupełne wyrównanie, mniej komplikacyj zachodzi przy ochładzaniu szkła, czas jego jest krótszy i koszty mniejsze.

Co się tyczy okresu podgrzewania szkła do temperatury wyżarzania, to doświadczenie uczy, że trzeba temperaturę podnosić stopniowo; przytem szybkość podnoszenia temperatury może również rosnąć w miarę wzrostu temperatury; wtedy szkło osiąga kompletną izotropję. Przechodząc w dalszym ciągu do anizotropji natury mechanicznej, która ma wpływ, z punktu widzenia optyki, tak na dioptrję, jak i na obraz, oraz jego odchylenia kątowe, autor zaznacza, że jest ona ściśle związana z drugą, bardzo ważną właściwością tak szkła, jak i metalu, a mianowicie ze „sprężystością".

Wiadomo, że niewielkie naciski odkształcają szkło albo sprężyście, albo stale, ze względu na małą jego granicę sprężystości.

W tej materji obszerniejszych informacyj mogą czytelnicy zasięgnąć w „Biuletynach Italskiego Stowarzyszenia Optycznego" w artykule pod tytułem „Sprę-

żystość szkieł i jej znaczenie z punktu widzenia konstrukcji optycznych".

Poznanie własności sprężystych szkła jest bardzo ważne dla konstruktora aparatów optycznych, ponieważ własności te mają ogromny wpływ na zachowanie się części optycznych tak ze stanowiska optycznego, jak i mechanicznego.

Zwykle używane jest określenie „spółczynnik sprężystości szkła" e, otrzymany przez zmierzenie wydłużenia dl pałeczki szklanej o średnicy D i długości l osiągniętego pod wpływem siły f.

Autor proponuje wprowadzenie „modułu sprężystości", który jest odwrotnością poprzedniego określenia i wyraża się następującym wzorem:

$$M = \frac{3l^2 f}{4a^3 b \operatorname{tg} \varphi};$$

gdzie a i b są wysokością i długością pryzmatu o przekroju prostokątnym; φ jest kątem, który tworzy się między osią pryzmatu w stanie spoczynku, a tąż osią, gdy pryzmat zostanie wygięty przez siłę f, przyczepioną w jego środku.

Autor przytacza tabele, przy pomocy których wykazuje, że szkła bogate w kwas borny i metale ciężkie, jak ołów i cynk, mają niski moduł sprężystości.

Wspomina o doświadczeniach, które miały na celu określenie zmian modułu sprężystości w zależności od temperatury i które wykazały, że obecność metali alkalicznych sprzyja zmianom modułu sprężystości w zależności od temperatury. Kwas borny nie osłabia wyraźnie tego wpływu. Szkła bogate w metale ciężkie nie ulegają prawie żadnym zmianom; to samo można powiedzieć i oszkłach barowych.

Z przeprowadzonych doświadczeń autor wysnuwa wniosek, że do wyrobu dokładnych instrumentów optycznych należy używać, albo szkła bardzo lekkie, a więc o dużej zawartości kwasu bornego, albo też bardzo ciężkie, jak szkła z barem, lub flinty.

Powyższe dotyczy głównie instrumentów, gdzie długiemu i skomplikowanemu przejściu promieni świetlnych przez liczne ośrodki optyczne musi towarzyszyć wielka dokładność i czystość obrazu, co właśnie zachodzi w dalmierzach.

Jako ostatnią z charakterystycznych cech tworzyw, używanych przy wyrobie dalmierzy, trzebaby rozpatrzeć „przewodnictwo", co zostało szczegółowo przeprowadzone w artykule autora, zamieszczonym w „Rivista di Artiglieria e Genio" Nr. 8 z 1929 roku.

Kończąc artykuł autor stwierdza, że wszystkie właściwości, wymienione, a więc: rozszerzalność i wypływająca z niej anizotropja, sprężystość i przewodnictwo, możnaby studjować oddzielnie każdą i to byłoby o wiele łatwiej; lecz dla konstruktora-optyka daleko ciekawszem i pożyteczniejszem jest obserwowanie i studjowanie ich wszystkich razem, ponieważ w takiej właśnie formie spotyka się on z nimi w praktyce.

2. *O nowej metodzie topograficznego oznaczenia przy pomocy płatowca celu, niemożliwego do wykrycia z ziemi.* — Kpt. inż. A. Clementi.

Autor przedstawia swoją metodę dla określenia położenia celu przy pomocy płatowca, podaje podstawy, na których się opiera, opisuje instrumenty, których używa i sposób, w jaki się niemi posługuje.

Metoda ta, oparta na zasadzie telemetrji. miałaby nad innemi, stosowanemi dotychczas metodami tę przewagę, że płatowiec nie byłby narażony na niebezpieczeństwo podczas krążenia nad wykrywanym objektem.

Możność określenia z płatowca odległości poziomej między podstawą pionu, opuszczonego z płatowca, a punktem znajdującym się poza płaszczyzną pionową, przechodzącą przez faktyczną drogą płatowca, pozwala na rozwiązanie wielu zagadnień o charakterze czysto aeronautycznym, jak również i wojskowym w ścisłem tego słowa znaczeniu.

Między pierwszemi, najważniejszem będzie określenie szybkości płatowca w stosunku do ziemi i szybkości oraz kierunku wiatru. Między drugiemi — określenie szybkości i kierunku drogi celu ruchomego, oraz wpółrzędnych topograficznych punktu stałego.

Określenie omawianej wyżej odległości jest możliwe przy pomocy pomiarów telemetrycznych; ponieważ, jednakże, nowoczesne dalmierze, tak stereskopowe, jak i o obrazach zgrywanych nie mogą być użyte na pokładzie płatowca z powodu zbyt silnych wibracyj, lub zbyt wielkich różnic temperatury, więc autor wymyślił i skonstruował dalmierz, w którym pogodził wymagania pomiarów z wymaganiami otoczenia, gdzie pomiary te mają być przeprowadzane. Mając równocześnie na względzie, że nie należy przeciążać płatowca zbytecznym sprzętem autor nie wprowadza do inwentarza płatowca nowego instrumentu, lecz modyfikuje używany przy rzucaniu bomb wizjer peryskopowy w ten sposób, że instrument ten może służyć w miarę potrzeby do obu celów.

Goerz według projektu autora zbudował aparat, który wyprobowano i stwierdzono jego przydatność. Zasada dalomierzenia z płatowca polega na tem, że przyjmuje się podstawę pionową zmienną, odpowiadającą wysokości, na jakiej w danej chwili znajduje się płatowiec. Wysokość tę możemy określać przy pomocy precyzyjnych wysokościomierzy, z dokładnością, która dochodzi do 1,1 pro mille, a więc jest więcej niż wystarczająca dla omawianego celu.

Obliczenie wysokości płatowca opiera się na wzorze Laplace'a uproszczonym, z którego, znając ciśnienie i temperaturę powietrza przy ziemi i w strefie, gdzie w danej chwili znajduje się płatowiec, otrzymamy:

$$H = (18400 - 73.6\, t) \log \frac{B_S}{B_H};$$

gdzie t — jest średnia między temperaturą przy ziemi i przy płatowcu, wyrażona w C^0.

B_S — ciśnienie przy ziemi w milimetrach słupa rtęci.
B_H — „ na wysokości płatowca w milimetrach słupa rtęci.
H — „ wysokość w metrach.

Autor przyjmuje wilgotność powietrza — średnią i szerokość geograficzną 45^0.

Wszelkie zmiany wysokości kontroluje się następnie przy pomocy statoskopów, których czułość wynosi $\pm$ 50 cm.

Jeżeli φ jest kątem zawartym między pionem, opuszczonym z płatowca,

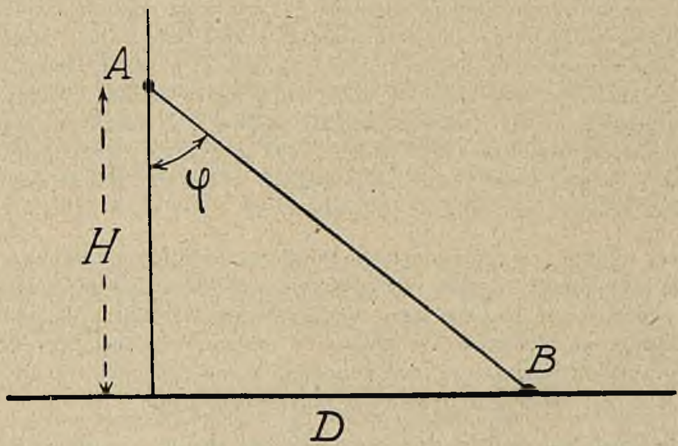
a linją wizowania, przechodzącą przez punkt obserwowany, to odległość pozioma D od podstawy pionu do punktu będzie:

$$D = H\,tg\,\varphi \left(1 + \frac{H tg^2 \varphi}{2R} - 0{,}16\,\frac{H}{R}\right)$$

R — w tem równaniu jest to promień ziemi, czyli wielkość olbrzymia w stosunku do mierzonych przez nas odległości, a zatem wyraz w nawiasach, (gdzie ułamek pierwszy jest poprawką na sferyczność ziemi, a ułamek drugi — na załamanie światła) będzie tak mały, że można go nieuwzględniać; otrzymuje więc autor odległość D (patrz rys. 1) ze wzoru:

$$D = H\,tg\,\varphi.$$

Mając na względzie zmienność wysokości, na których płatowiec może przeprowadzać pomiary, autor w ten sposób skonstruował swój instrument, że rozwią-



Rys. 1.

zuje on wzór powyższy automatycznie, po ustawieniu danej wysokości na skali.

Dalmierz wizjera, przedstawionego na rys. 2 i 3 można dowolnie włączać lub wyłączać; miejsca zajmuje on mało i może mierzyć odległość przy kącie φ najmniejszym 6^0 i największym 75^0; najmniejsza wysokość, na jakiej wizjer może być użyty, wynosi 1000 m. — największa 10.000 m.

Jeżeli wizjer ma być użyty do bombardowania, to wyłącza się dalmierz i żadnych trudności w jego użyciu do tego celu niema.

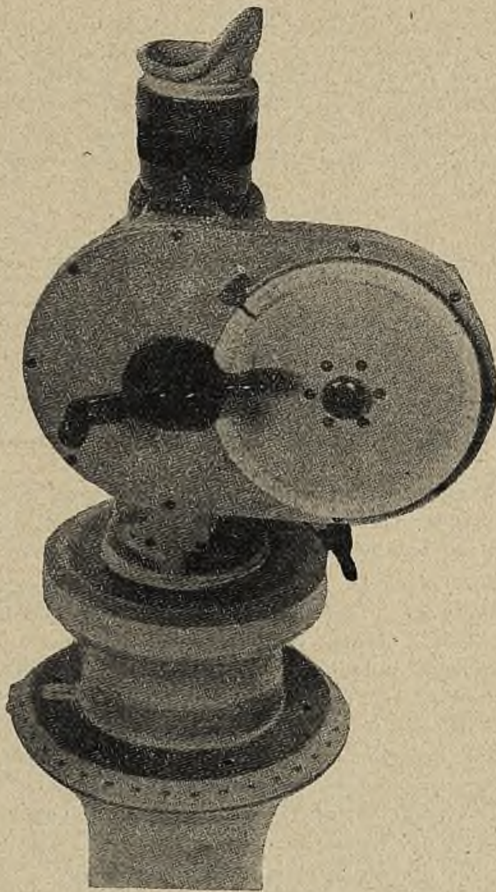
Sposób użycia instrumentu do określania odległości jest prosty. Pierścień ze skalą, widoczną na szkicu, obraca się dotąd, dopóki nieruchomy wskaźnik nie znajdzie się na liczbie, odpowiadającej wysokości płatowca, wyrażonej w *kilometrach*. Następnie dalmierz nastawia się w pożądanym kierunku i pokręca się urządzenie, zmieniające położenie wewnętrznego pryzmatu, aż do czasu, kiedy linja wizowania przejdzie przez cel. Podczas tego wizowania skala, którą poprzednio

nastawiono na wysokość, obraca się i, w chwili prawidłowego nastawiania pryzmatu na cel, pokaże szukaną odległość w *hektometrach.*

Autor, motywując zalety proponowanej przez siebie metody, wspomina, że sposoby oznaczania celu, niewidocznego z punktu obserwacyjnego na ziemi, inte-



Rys. 2.



Rys. 3.

resowały zawsze artylerzystów; że sposoby, stosowane dotychczas opierają się na wizowaniu płatowca, przechodzącego przez pion nad celem i, chociaż są bardzo proste, nie są jednakie bardzo godne polecenia z powodu tego, że przejście płatowca dokładnie przez pion jest rzeczą trudną i tem trudniejszą, im wysokość lotu płatowca jest większa i że z tego powodu określane odległości są bardzo niedokładne.

Również przeciwko tej metodzie przemawia fakt, że przez pion nad celem musi płatowiec przelatywać na określonej wysokości, z określoną szybkością i wzdłuż

linji prostej, żeby umożliwić obserwatorowi określenie potrzebnych wielkości; a taki lot stanowi największe niebezpieczeństwo dla płatowca. Jak wiadomo wszystkie metody ostrzeliwania płatowców oparte są na założeniu, że płatowiec będzie leciał po linji prostej i na stałej wysokości i przynajmniej tak długo, ile czasu potrzebuje pocisk na przelot od działa do płatowca. W wypadku konieczności przelatywania przez pion nad celem, czas potrzebny do tego jest o wiele większy niż czas potrzebny do ostrzeliwania płatowca.

Przy użyciu sposobu, proponowanego przez autora, unika się niebezpieczeństw i niewygód zwykłej metody, ponieważ płatowiec może lecieć zdaleka od celu i dowolną drogą, a poza tem nie wskazuje się przeciwnikowi, jaki cel nas interesuje, pozwala to więc wykorzystać również moment zaskoczenia.

W dalszym ciągu artykułu autor podaje szereg przykładów, w których dodatnia rola jego metody zostaje uwydatniona.

3. *Uwagi o jednobocznej obserwacji.* — por. F. Maiorano.

Dążąc przy wstrzeliwaniu do wydatnego skrócenia czynności dowódcy baterji, po otrzymaniu przez niego szczegółowych danych z punktu obserwacyjnego, umieszczonego z boku linji strzału, a szczególnie, w czasie przygotowania przyśpieszonego, autor omawia przypadki, przewidziane w italskiej instrukcji strzelania, pomijając jednakże, stosowanie siatek i przenośników; podaje, natomiast, tablice z wyliczonemi zawczasu spółczynnikami dla różnych poprawek i uwidacznia w paru prawidłach wartości tych poprawek, w zależności od pozycji obserwatora względem linji strzału.

Nadmienia, że zagadnienia takie powinny być często ćwiczone, aby personel mógł osiągnąć należytą wprawę i, po zgłębieniu zasad, stosować je mechanicznie, szczególniej kiedy taktyka wymaga ognia huraganowego.

Dla należytego ujęcia zagadnienia, autor rozpatruje dwa możliwe przypadki.

Pierwszy — dane topograficzne, zawczasu dobrze ustalone na mapie, pozwalają dokładnie określić potrzebne wielkości kątowe i linjowe;

drugi — w fazie przygotowania przyśpieszonego położenie topograficzne baterji, obserwatora i celu jest niezbyt dokładnie określone.

W pierwszym przypadku, mniej częstym, czynności dowódcy baterji są bardzo ułatwione, ponieważ wszystkie elementy, potrzebne do wstrzeliwania można osiągnąć z arkusza obliczeń przy użyciu przenośników i siatek.

Dokładniej należy rozważyć drugi przypadek, który w praktyce zdarza się częściej i który wymaga ze strony dowódcy baterji znajomości pewnych norm, na które autor pragnie zwrócić uwagę czytelników.

Nie trzeba przypominać, jak wielkie znaczenie ma, a często nawet konieczność taktyczną stanowi, podczas szybkiego przygotowania ognia, rozporządzanie punktem obserwacyjnym, odległym od baterji, a bliskim nieprzyjaciela i przytem odsuniętym możliwie daleko od linji strzału.

Użycie siatek i przenośników w takim przypadku wprowadziłoby strzelanie w rytm tak powolny, że nie wywarłoby ono na wrogu ani moralnego ani materjalnego wrażenia, i że wobec tego, według autora, należy usunąć bezwzględnie wszelkie środki, które robią z ognia ćwiczenia, odbiegające zbyt daleko od zadań taktycznych, które ten ogień powinien wypełnić.

Autor zaznacza, że jego argumentacja dotyczy tylko artylerji lekkiej, poczem wyłuszcza, jak powinien postąpić dowódca baterji, aby przeprowadzić wstrzeliwanie,

posługując się w tym celu tylko jednostronnemi, bocznemi obserwacjami, a więc, w konsekwencji, jedyną daną, którą stanowi odchylenie kątowe punktu upadku pocisku od płaszczyzny obserwacji, widziane z punktu obserwacyjnego.

Następuje szereg przykładów dla różnych możliwych w polu przypadków, które autor ilustruje figurami i które rozwiązuje przy pomocy danych, zawartych w czterech tablicach.

RIVISTA DI ARTIGLIERIA E GENIO. — lipiec, sierpień i wrzesień 1932 r.

Przyśpieszone obliczenie wytrzymałości lufy złożonej. — gen. A. Mattei.

Autor, opierając się na zasadniczych wywodach teorji wytrzymałości luf, dąży drogą graficzną do szybkiego i łatwego określenia wymiarów ścian lufy w części zamkowej i wylotowej, jak również do uniknięcia żmudnych sprawdzań równowagi podłużnej oraz naprężeń ściskających, działających w czasie spoczynku lufy na wewnętrzne jej warstwy, wskutek nasadzonych na nią wzmocnień.

Autor proponuje nieskomplikowane postępowanie graficzne dla określenia wymiarów wzmocnień lufy, oraz na kilku odpowiednio dobranych przykładach liczbowych wykazuje z jaką szybkością i dokładnością może być przeprowadzone całe obliczenie, potrzebne do ustalenia wymiarów ścian projektowanej lufy.

Zastosowanie sposobu graficznego do określenia wymiarów luf dla dział, które nie miały zbliżonych pod względem balistycznym i konstrukcyjnym poprzedników, pozwala uniknąć konieczności przeprowadzenia wielokrotnych prób obliczeń z rozmaitemi założeniami, zanim dobierze się odpowiednie gatunki stali na lufę oraz najwłaściwszą ilość i rodzaj wzmocnień.

Do artykułu dołączone jest pięć tablic graficznych. *St. M.*

STANY ZJEDNOCZONE.

COAST ARTILLERY JOURNAL. — Wrzesień-październik 1931 r.

1) *Obozy ćwiczeń oficerów rezerwy — podstawą obrony narodowej.* — Gen.-major J. Hagood.

Autor zajmuje się aktualnem w Stanach Zjednoczonych zagadnieniem wyszkolenia oficerów rezerwy. Podaje zarys historyczny praw i rozporządzeń od 1792 r., regulujących sprawę oficerów rezerwy w Stanach Zjednoczonych; klasyfikuje istniejące obecnie szkoły i kursy wojskowe i szkicuje własny projekt rozwiązania całego zagadnienia. Wyraża się z wielkiem uznaniem o Akademji Wojskowej w West Point, którą uważa za najlepszą szkołę wojskową na świecie.

2) *Idealny system kierowania ogniem artylerji nadbrzeżnej.* — Płk. J. Ohnstad.

Autor ogólnikowo wykazuje niedoskonałość metod, stosowanych obecnie przy strzelaniu artylerji nadbrzeżnej. Główną przyczyną tego stanu rzeczy są przestarzałe urządzenia, zamiana których bardziej nowoczesnemi kosztowałaby bardzo drogo. Pułk. Ohnstad żąda wyposażenia bateryj nadbrzeżnych w urządzenia takie, jakie są obecnie używane w artylerji przeciwlotniczej i wypowiada kilka, ogólnie zresztą znanych, uwag o centralizacji określenia elementów strzału i o sposobach zabezpieczenia układu kierującego od ognia nieprzyjaciela.

3) *Trzydzieści lat praktyki ćwiczebnych strzelań artylerji nadbrzeżnej.* — Mjr. J. Crawford.

Autor rozważa cele i zadania, jakie mają spełnić strzelania artylerji nadbrzeżnej. Pierwsza instrukcja tych strzelań została wydana dla artylerji nadbrzeżnej Stanów Zjednoczonych w roku 1898. Zabraniała ona prowadzenia ognia na odległościach ponad 3.000 yardów (2700 m.). Stopniowo doszło się do strzelania do celu, ciągnionego przez okręt, na odległościach do 38 km. Obecnie już podnoszą się głosy przeciwko strzelaniom na tak znaczne odległości. Autor przytacza szereg wzorów, podawanych w różnych kolejnych regulaminach dla strzelań szkolnych artylerji nadbrzeżnej. Wzory te, mające służyć do oceny wyników strzelania, uwzględniają różne czynniki: ilość trafień, wielkość rozrzutu, regularność ognia i szybkostrzelność, przeciętną odległość środka rozrzutu od celu i t. p.

Autor stanowczo występuje przeciwko tendencjom przypisywania zbyt dużej wagi w ocenie strzelania ilościom faktycznym trafień do celu; przy małej ilości amunicji przeznaczonej na każde strzelanie ilość trafień jest zwykle tylko dziełem przypadku i bynajmniej nie daje dobrej podstawy do oceny pracy baterji.

4) *Precyzyjne metody przy obserwacji strzelania artylerji przeciwlotniczej.* — Kpt. A. Jackson.

Opis zasad działania i użycia kinoteodolitów Sperry, w opracowaniu których autor brał udział. Dwa takie synchronicznie działające (połączone elektrycznie) kinoteodolity fotografują cel i rozprysk i pozwalają na dokładne ustalenie położenia rozprysku w stosunku do celu.

5) *Mechaniczne rozwiązywanie problemów, wynikających przy zagadnieniu kierowania ogniem.* — Por. G. Frichel.

Opis kilku typowych mechanizmów, rozwiązujących pewne zagadnienie strzelania, w różnych urządzeniach do kierowania ogniem, a szczególnie w aparatach centralnych przeciwlotniczych.

6) *Radiostacja dla artylerji nadbrzeżnej.* — Kpt. F. Borden.

Autor podaje krótką charakterystykę dwóch ruchomych radiostacyj, świeżo wprowadzonych na wyposażenie artylerji nadbrzeżnej; jedna z nich ma obsługiwać jednostki na szczeblu pułku, druga — bataljonu.

Stacje te są długofalowe: pierwsza pracuje na fali 850—2000 m., druga na fali 350—900 m. Stacje te są rozbieralne, przewożone na samochodach. Stację pułkową (większą) autor uważa za najlepszą stację tego typu, jaka istnieje nie tylko w wojsku Stanów Zjednoczonych, ale wogóle na świecie. Większa kosztuje około 6000 dolarów, mniejsza — około 1700. Autor rozważa zalety i wady stacyj krótkofalowych. Ich główną zaletą jest duży zasięg przy małej mocy, główną wadą — istnienie pewnej zmiennej, ale wyraźnej granicy zasięgu, zależnej od nieobliczalnych własności stanu atmosfery. Obecnie nie przewiduje się wyposażenia jednostek artylerji nadbrzeżnej w radiostacje krótkofalowe, robione są jednak próby ze stacjami o długości fali 5—6 metrów.

7) *Notatki zawodowe.*

Wśród tych notatek znajdujemy wzmiankę, poświęconą pamięci zmarłego w roku 1927 majora William Pegram Wilson'a wynalazcy i konstruktora znanego już dzisiaj w całym świecie przyrządu centralnego dla artylerji przeciwlotniczej (aparat centralny systemu Wilson-Sperry).

COAST ARTILLERY JOURNAL, Listopad-grudzień 1931 r.

1) *Metalowe zwierciadła, nocne lornetki i oscylatory.* — Major G. Robinson.

Artykuł zdaje sprawę z prób sprzętu podsłuchowego i reflektorów, które odbyły się w okolicach fortu Humphrey, w stanie Virginia (koło Waszyngtonu) w sierpniu i wrześniu 1931 roku. W próbach brały udział kompanje reflektorów trzech pułków. Ćwiczenia miały na celu techniczne próby sprzętu, częściowo już przyjętego na uzbrojenie, częściowo będącego w badaniu, a także ustalenie zasad taktycznego jego użycia.

A. Sprzęt użyty. Do współpracy z reflektorami były przydzieolne przyjęte w wojsku Stanów Zjednoczonych aparaty podsłuchowe firmy Sperry, z korektorami. Oprócz tego firma Sperry oddała do wypróbowania jedną kompletną jednostkę, składającą się z aparatu podsłuchowego z korektorem oraz kompletnego reflektora z wozem samochodowym; jednostka ta wykonana została dla wojska włoskiego; sprzęt przysłany mało różni się od sprzętu, używanego w wojsku amerykańskiem. Korektor Sperry, jak wiadomo, uwzględnia poprawkę na czas przelotu dźwięku, na wiatr ,i wpływy atmosferyczne (temperatura) oraz eliminuje paralaksę topograficzną, wynikającą z różnicy stanowisk aparatu podsłuchowego i reflektora. Jest to bardzo pomysłowy i interesujący przyrząd, ale z powodu trudności przy określaniu w nocy danych meteorologicznych, a także z powodów czysto technicznych, decyzja co do przyjęcia tego właśnie rodzaju korektora musi być odłożona; amerykański Departament Uzbrojenia zbudował również podobny aparat.

Jeśli chodzi o wozy samochodowe do reflektorów, to tak badany typ amerykański (Duplex), jak i model użyty w komplecie włoskim (Coleman), mają tę wadę, że są dość hałaśliwe i przeszkadzają w podsłuchu. Pozatem wymagają one drobnych zmian.

Dokonano także prób z nowym systemem teletransmisji elektrycznej prądu stałego; okazał się on praktyczniejszym od systemu używanego dotychczas. Wprowadzono nowy wzór zasłony świetlnej dla reflektora, którą nazwano „pułapką na myszy". Przy ćwiczeniach tych posługiwano się przy reflektorach urządzeniem, zaprojektowanem przez kpt. A. Jackson'a i nazwanem „oscylatorem" (wahaczem). Urządzenie to polega na ustawieniu pomostu górnego reflektora na trzech podnoszących się i opadających wspornikach; wsporniki te są poruszane przez silniki zapomocą odpowiednich krzywek. Gdy silniki pracują, snop reflektora opisuje w przestrzeni stożek eliptyczny; oś pozioma elipsy jest stała i odpowiada rozwartości snopa średnio 3°, a oś, leżąca w płaszczyźnie pionowej, odpowiada większej rozwartości snopa, gdyż błąd w określeniu kąta położenia jest większy; w miarę wzrostu kąta położenia wahania snopa w płaszczyźnie pionowej stają się mniejsze, a przy 90° równają się wahaniom w kierunku i stożek staje się kołowym o rozwartości około 3°. Czas wahania wynosi około dwóch sekund. Te wahania snopa dookoła średniego położenia mogą być odrazu zatrzymane, gdy cel zostanie zauważony w snopie. Autor uważa zasadę tego urządzenia za słuszną; po jednym egzemplarzu takiego oscylatora ma otrzymać każdy pułk artylerji przeciwlotniczej do wypróbowania.

Na specjalną uwagę zasługuje metalowe lustro reflektora, które było próbowane w czasie ćwiczeń. Zamiana lustra szklanego lustrem metalowem została

dokonana nietylko ze względu na kruchość zwierciadła szklanego i jego wysoki koszt, ale także w celu przyśpieszenia produkcji w razie wojny. Szybka produkcja luster szklanych będzie bowiem uniemożliwiona z powodu trudności zaopatrzenia w odpowiednie szkło surowe i brak wykwalifikowanych robotników, którzy są niezbędni przy wyrobie zwierciadeł parabolicznych. Lustra metalowe bywały wykonywane dawno, lecz ich spółczynnik odbicia był mały. Obecnie lustro jest pokryte elektrolitycznie warstwą rodu. Tak wykonane lustro ma spółczynnik odbicia mniejszy od szklanego o około 15%, ale jego siężność jest zmiejszona zaledwie o jakie 5%. Jest ono tańsze od lustra szklanego i znacznie wytrzymalsze na uderzenia. Jego odporność na korozję i wpływy chemiczne jest ogromna. Jedno z takich luster było poddane działaniu pary kwasu w ciągu całego roku; powierzchnia zwierciadlana po tej próbie nie okazała żadnego zmętnienia. Jeśli chodzi o sam snop świetlny, to ten ma inny odcień (błękitnawy), niż przy lustrze szklanem; donośność jego jest, jak już zaznaczono, o 5% niższa, ale autor sądzi, że ten brak okupuje się większą przezroczystością snopa, co ułatwia uchwycenie celu zewnętrzną jego stroną. Próby podniesienia natężenia prądu w łuku ze 150 amperów do 220 wykazały, że zyskujemy przytem bardzo mało na siężności, natomiast snop świetlny staje się bardzo gęsty i nieprzezroczysty, co utrudnia poszukiwania celu.

W czasie ćwiczeń były próbowane dwa rodzaje lornetek nocnych: ośmiokrotna Goerz'a i siedmiokrotna Zeiss'a; obie o średniej źrenicy wyjściowej 7 mm. Obie okazały się bardzo dobre, i użycie ich umożliwiło, naprzykład, ujrzenie samolotu o dwie minuty 40 sekund wcześniej niż był usłyszany jakikolwiek dźwięk, lub—ujęcie w snop reflektora za pomocą lornetki celu, lecącego na odległości przeszło 7000 m. przy wysokości około 3000 m.; oba te wypadki zachodziły w noc księżycową. Po próbach zalecono, żeby obsługa każdego reflektora została zaopatrzona w jedną taką lornetkę.

Próbowano w czasie ćwiczeń 90 cm. (36") luster reflektorowych o różnych odległościach ogniskowych. Próby będą kontynuowane, i jest nadzieja osiągnięcia lepszych niż dotychczas wyników przez właściwy dobór odległości ogniskowej. Odległość maksymalna, na którą możemy uchwycić samolot w snop reflektora, zależy od wysokości: odległość ta rośnie naogół z wysokością, szczególnie przy niezbyt przezroczystem powietrzu; np. przy wysokości 3600 m. jest ona o 25% większa, niż przy wysokości 450 m. Jest to spowodowane większą przezroczystością powietrza w wyższych warstwach, oraz większą wyrazistością sylwetki samolotu przy dużych kątach położenia. Siężność snopa obecnego reflektora przy dobrych warunkach atmosferycznych i obserwacji gołem okiem nie przekracza 7300 m. w odniesieniu do sylwetki samolotu bombardującego; wyjątkowo w czasie prób udawało się widzieć na odległość 9000 m.; przy użyciu szkieł nocnych dochodzono nawet do 13000 m.; największe siężności odnoszą się do celów o wysokości 3000—4200 m. Przy samolotach lecących poniżej 450 m. użycie aparatu podsłuchowego jest bezcelowe; samolot usłyszymy tak blisko, że nie zdążymy go uchwycić snopem reflektora w sposób normalny. Jest to spowodowane zniekształceniem przez różne czynniki, — między innemi przez wiatr, załamanie dźwięku (wskutek różnicy temperatur) i t. p. —czoła fali dźwiękowej, które jest w wypadku nisko lecącego celu prawie pionowe.

Taktyczne ćwiczenia. Ogółem w ćwiczeniach brało udział 15 reflektorów, ustawionych dookoła fortu Humphrey. Sprzęt podsłuchowy i reflektory działały

bez zarzutu. Próby wykrywania nisko lecących samolotów przez aparaty podsłuchowe dały wyniki ujemne. Współpraca samolotów myśliwskich z reflektorami nie dała oczekiwanych wyników. Szczególnie zawiodły próby oświetlenia nieprzyjacielskich samolotów bombardujących przez samoloty obrony. Nie lepsze wyniki dały próby ukrycia się bombardujących samolotów przed reflektorami za pomocą zasłon dymowych, pozostawianych na różnych wysokościach i to tak dla samolotów bombardujących za średnich wysokości, jak i dla lecących nisko. Ćwiczenia wykazały ponadto, że nie należy uruchamiać naraz zadużo reflektorów, żeby niepotrzebnie się nie demaskować i nie rozpraszać. Wielkie usługi, jak już wspomniano, oddały ośmiokrotne nocne lornetki Goerza, w które mają być zaopatrzeni obserwatorzy wszystkich reflektorów, a także dowódcy plutonów i bateryj.

Ćwiczenia dały pewne wskazówki co do czynności i stanowisk dowódców plutonów i bateryj reflektorów. Stanowiska ich powinny się znajdować w pobliżu reflektorów pasa wewnętrznego. Można mieć nadzleję, że dobrze wyszkolone jednostki będą mogły rozstawiać swe reflektory dalej od objektu bronionego, niż to jest praktykowane obecnie, a to dzięki skróceniu okresu poszukiwań celu. Pozwoli to na dłuższe utrzymanie nieprzyjaciela w strefie ognia artylerji przeciwlotniczej.

2) *Taktyka obrony przeciwlotniczej kolumn w ruchu.* Pporucznik Ostenberg.

Na podstawie doświadczeń w czasie manewrów zmechanizowanej grupy, autor snuje swe rozważania o obronie kolumn marszowych od ataków samolotów. Ogranicza on swe rozważania tylko do obrony zapomocą karabinów maszynowych.Są trzy możliwości: a) obrona przez ruch skokami, przy podziale kolumny na części; b) obrona przez oddziały nieruchome, stojące obok drogi; c) obrona kolumny przez ugrupowanie k. m. kolejno wzdłuż kolumny.

Autor uważa za najbardziej celowy i odpowiedni w wypadku k. m. sposób trzeci, szczególnie jeśli chodzi o formacje szybko poruszające się, jak jednostka zmechanizowana. Przy większych kolumnach dowódca obrony przeciwlotniczej, jadąc na samochodzie o pobliżu dowódcy kolumny (przeważnie na przedzie), powinien mieć możność komunikowania się przez radjo, umieszczone na samochodzie, ze swemi dowódcami plutonu. Pozatem powinni mu być dodani gońcy na motocyklach; dowódcy plutonów również rozporządzają gońcami. Normalnym szykiem samolotów atakujących są trzy samoloty, z których jeden leci wzdłuż drogi, bezpośrednio nad nią, a dwa inne po bokach. W celu łatwiejszego zwalczania tak uszykowanych samolotów, autor proponuje ustawienie trzech niezależnych od siebie k. m. na jednym samochodzie. Jeden taki samochód, z załogą ośmiu ludzi, może skutecznie ostrzeliwać trzy samoloty. Przy tego rodzaju urządzeniu osiągnie się ekonomję sił i lepsze wyniki, niż przy obecnie stosowanych k. m. bliźniaczych lub poczwórnych, umieszczonych na pomoście samochodu. Autor żąda, żeby z takiego samochodu można było strzelać również i podczas jazdy.

Ważnem zagadnieniem dla jednostek zwalczających samoloty jest odróżnianie samolotów nieprzyjacielskich od własnych. W odniesieniu do samolotów lecących nisko — i dźwięk i sylwetka nie dają dostatecznych podstaw do szybkiego rozpoznania, a właśnie w tym rodzaju walki każda sekunda jest droga. Za jedyne wyjście autor uważa ścisły i ciągły kontakt z własnem lotnictwem, które powinno informować obronę przeciwlotniczą o każdym wylatującym samolocie i podawać wszelkie dane, ułatwiające jego identyfikację. Wszystkie samoloty, o któ-

rych obrona nie jest poinformowana, powinny być traktowane jako nieprzyjacielskie i ostrzelane. W nocy, o ile nie ma pewności, że kolumna została zauważona przez lotników nieprzyjacielskich, nie wolno rozpoczynać ognia, żeby nie zdradzić maszerującej kolumny. Jest rzeczą pożądaną, żeby w zwalczaniu samolotów brały udział i inne maszerujące jednostki, a nie tylko specjalnie przeciwlotnicze, ale dyscyplina ognia i ogólne kierownictwo spoczywać ma w rękach dowódcy o. p. l. Nie należy zapominać o środkach ostrożności przy strzelaniu wzdłuż kolumny, szczególnie przy celach niskich i dość odległych, gdyż w przeciwnym razie nie trudno jest razić własną kolumnę.

3) *Rakieta przeciw samolotowi.* — Ppor. rez. Irvine.

Autor przypomina, że już w czasie wojen Anglików z Napoleonem były używane przez nich pociski rakietowe pomysłu gen. Congreve. Pociskami temi posługiwano się przy ataku na port Boulogne w 1806 roku, w walkach pod Kopenhagą (1807 r.) i pod Rochefort (1809 r.). Angielski oddział, uzbrojony w rakiety pomysłu gen. Congreve, brał udział w bitwie pod Lipskiem (1813 r.). Później, nie bez pewnego powodzenia, używały rakiet sprzymierzone wojska w wojnie z Francuzami przy oblężeniu Sewastopola (1854—5); wreszcie Austrjacy w wojnie z Francuzami w roku 1859. Rozwój dział gwintowanych przyczynił się do zaniechania dalszego użycia rakiet w charakterze pocisków. Autor, zastrzegając się, że nie jest technikiem, snuje szereg rozważań na temat możliwych sposobów ulepszenia rakiety jako pocisku, i to pocisku sterowanego automatycznie, naprzykład kierującego się stale na źródło dźwięku o określonej charakterystyce (samolot). Przy tych rozważaniach autor wypowiada szereg trafnych uwag na temat zwalczania samolotów ogniem artylerji; zagadnienie to przedstawia trudności, całkowite usunięcie których jest niemożliwe ze względów, wynikających z natury samego zagadnienia.

Poglądy, wypowiedziane przez autora, czytają się z zainteresowaniem, ale, niestety, możliwość ich realizacji nie jest niczem poparta. Artykuł zdobi kilka obrazków, utrzymanych w tonie humorystycznym.

4) *Uniwersalne wykresy Lewis'a dla strzelań próbnych i ćwiczebnych artylerji przeciwlotniczej.* — Kpt. Lewis.

Opis wykresów i monogramów pomysłu autora, służących do ułatwienia wykładni strzelań próbnych i ćwiczebnych artylerji przeciwlotniczej. Wykresy te zostały zaaprobowane przez wydział Artylerji Nadbrzeżnej i mają być zalecone przez szefa Artylerji Nadbrzeżnej do użytku w oddziałach.

S. S.

SZWAJCARJA.

ALLGEM. SCHWEITZ. MILITAERZEITUNG — 1931 r.

Myśli o nowoczesnem wyszkoleniu artylerji.

W pierwszej części artykułu znajduje się krótki zarys historji artylerji niemieckiej, poczynając od jej twórcy Scharnhorsta, jako organizatora, który wprowadził w tejże artylerji podział na dywizyjną i korpuśną, oraz uczynił z baterji najmniejszą jednostkę taktyczną. W okresie lat 1870/71 gen. von Hindersin, jako doskonały praktyk rozwinął zasady Scharnhorsta, wzmacniając artylerję dywizyjną

i korpuśną, oraz wprowadzając współpracę artylerji z piechotą. Jako wynik tych prac nad artylerją zjawiły się rezultaty walk pod St. Privat oraz pod Sedanem, a nadto w drugiej połowie tej wojny pod Lisaine, Orleanem, Mans. Nie wyciągnięto jednak z tych doświadczeń odpowiednich wniosków na przyszłość w kierunku właściwego szkolenia artylerji. Wprawdzie dla zwiększenia donośności artylerji wprowadzono armatę polową wz. 73, lecz ciężką do użycia; zajmowano się wprawdzie i zagadnieniem masowego użycia artylerji, lecz równocześnie dawała się odczuwać w szkoleniu przewaga jazdy konnej i ćwiczeń formalnych zaprzęgu nad strzelaniem. Dopiero w roku 1890 zajęto się w większej mierze wprowadzaniem ćwiczeń z zagadnień strzelania, dzięki założonej szkole strzelania atrylerji polowej i pieszej w Jüteborgu. Pomimo to w artylerji polowej zaniedbywano czynnik gruntownego wyszkolenia balistycznego i to tak w szkole artyleryjskiej, jak i w inżynieryjnej. Wynikiem tego błędu szkolenia był niższy stan artylerji polowej niemieckiej od francuskiej w latach 1900-ych.

Nie doceniano wartości odrzutu działa. Jakkolwiek niemiecka armata polowa wz. 96 wyprzedziła francuską armatę polową wz. 97, jednak działo to pod żadnym względem nie mogło się porównywać z armatą francuską, ponieważ nie posiadało odrzutu. Dopiero w kilka lat później usunięto tę wadę przez dodanie oporopowrotnika, jednak nie udało się dopędzić działa francuskiego pod względem donośności. Podobnie o wiele później wprowadzono w niemieckiej artylerji polowej strzelanie z pozycji zakrytej. Lepiej pod tym względem rozwijała się artylerja piesza, która pod kierunkiem generała von Dulitz'a przekształciła się w zaprzęgową polową artylerję ciężką i przewyższała inne niemieckie artylerje. Wadą jej jednak była zamała ruchliwość.

Podczas wojny światowej nie stanęła artylerja niemiecka na wysokości zadania, a głównie tam, gdzie chodziło o wsparcie własnej piechoty. Za dużo czasu zabierało przygotowanie do strzelania z zakrytego stanowiska. Oficerowie mieli zamało wyrobienia, co było skutkiem pomijania tego zagadnienia w szkoleniu w okresie przed wojną światową na rzecz zwracania głównej uwagi na strzelanie z pozycji otwartej.

Starano się braki te w czasie wojny światowej uzupełnić wielką ilością dział polowych (72 dział na pozycji), oraz zapomocą współdziałania artylerji ciężkiej. Rzadko jednak zachodziły możliwości zwalczania artylerji nieprzyjacielskiej artylerją polową, co odbijało się szkodliwie na własnej piechocie, która ponosiła dotkliwe straty od przeciwnej artylerji. Nie mogli sobie pozwolić Niemcy na prowadzenie ognia do nieprzyjacielskiej artylerji przy pomocy lotnika - obserwatora, gdyż ten sposób prowadzenia walki znajdował się u nich w zaczątku. Brak silnej artylerji korpuśnej doprowadzał do tego, że artyleryjskie punkty ciężkości rzadko kiedy mogły być zastosowane. Pomimo to w lecie 1915 roku udało się Niemcom zapomocą ognia zmasowanego artylerji przełamanie frontu rosyjskiego w czasie wielkiej wschodniej ofensywy.

W czasie wojny pozycyjnej na zachodnim froncie rozwinęły się sposoby strzelania zpomocą lotników-obserwatorów oraz przy pomocy pomiarowych oddziałów artyleryjskich. W tym wypadku artylerja polowa dużo nauczyła się od pieszej, szczególnie w wypadkach ognia przygotowawczego. Zaczęto uwzględniać i wyłączać wpływy wynikające z porównania rozmaitych dział oraz wpływy atmosferyczne. Zastosowano później pocisk gazowy. W związku ze wspieraniem pie-

choty zorganizowano i przeprowadzano ognie wspierające, niszczące i zaporowe.

Do roku 1916 miało się do czynienia z walkami pozycyjnemi. W lecie 1916 roku postawiono sobie jako zadanie szturmowe ostrzelanie gniazd oporu, położonych na rozmaitych głębokościach linji frontu i okopów. Problem ten rozwiązał pułkownik Bruchmüller. Myśl przewodnia była następująca: przeciwnika należało nękać kolejno na wszystkich punktach jego oporu gwałtownym ogniem artyleryjskim, aby w czasie jego zgnębiania własna piechota mogła się wedrzeć głęboko w jego okopy, bez natrafiania na większy opór. Plan ten nie mógł być jednak przeprowadzony zupełnie, z powodu całkowitej blokady Niemiec, a w związku z tem głodzeniem ludności, co odbijało się na froncie przez osłabienie ducha i woli walczących żołnierzy.

W drugiej części artykułu, zatytułowanej „Dążenia przyszłości" autor rozpatruje możliwości artylerji w wojnie ruchowej, gdyż niezależnie od dalszych faz wojny, początek wojny jest zawsze ruchem. Do tego ruchu musi się też dostosować najwyższy wysiłek artyleryjski, aby bez względu na przyszły rozwój sprzętu artyleryjskiego nauczyć się wydobyć najwyższe wyniki z materjału obecnego. Najważniejszym problemem — w/g autora — jest dobre współdziałanie artylerji z piechotą, gdyż w dzisiejszym stanie rzeczy jedna broń bez drugiej nie może istnieć. Trzeba tylko zdać sobie sprawę, że istnieją dwa zasadnicze przeciwne kierunki pojmowania tej sprawy: artylerzyści przeważnie uważają za podstawowy centralny kierunek artylerji i to w znaczeniu tak poszczególnem jak i masowem. Piechury naodwrót chcieliby mieć sobie podporządkowaną artylerję, w bataljonie lub w pułku choćby po jednej baterji, o ile nie po dywizjonie. A jednak dywizjon artylerji na pułk to jeszcze zamało do przeprowadzenia walki przełamującej w nowoczesnym stylu; gdyż przerwa, jaką ten dyon będzie mógł wybić na danym odcinku, będzie za małą dla rozstrzygającego przedarcia się tamtędy piechoty. Zdaniem autora charakter współdziałania obu broni powinien być zależny od położenia taktycznego. Jak długo walka ma charakter ruchowy i płynny, to znaczy przy walkach spotkaniowych, przy pościgu lub odwrocie — powinna być nawiązana łączność od dołu, to znaczy trzeba będzie jednostki artylerji oddawać do dyspozycji piechoty. Jednak w czasie walki ustabilizowanej, jak np. obrona, przygotowany napad, — artylerja musi podlegać centralnemu kierownictwu zgóry, aby wykorzystać jaknajwiększą masę artylerji w jej najsprawniejszem działaniu. Oddanie części artylerji w tych wypadkach pod bezpośrednią ingerencję piechoty jest dopuszczalne tylko w razie bardzo wielkiego rozszerzenia frontu walki, lub w razie warunków krańcowych uniemożliwiających zachowanie łączności międzygrupowej. Niezależnie od centralnego kierownictwa masą artylerji można zawsze wydzielić kilka bateryj do bezpośredniej ingerencji piechoty. Nie jest jednak jeszcze to wszystko. Współdziałanie musi iść przedewszystkiem od strony piechoty. Piechota musi się nauczyć odpowiednio stawiać swoje żądania, doskonale określać cel, jaki ma być osiągnięty i swoje środki działania (biorąc pod uwagę środki czas i miejsce), podawać artylerji, wskazując, co i w jakim czasie ma być zniszczone lub zneutralizowane ogniem artylerysjkim, a w żadnym wypadku nie powinna wyznaczać stanowisk bateryj, tylko dla tego, aby „czuć poza sobą obecność artylerji własnej". Pomimo centralnego kierownictwa artylerji i znoszenia się jej dowódcy bezpośrednio z dowódcą piechoty, pojedyńcze oddziały artylerji i tak będą musiały zaczerpnąć wiadomości od bliskich sobie oddziałów piechoty, i w ten sposób nawiąże się samo przez się łączność od dołu.

Podział artylerji w walce musi być dość płynny, aby mógł odpowiadać wszystkim możliwościom walki. Może się np. zdarzyć potrzeba zasadniczego oddzielenia walki zdaleka i zbliska, i w czasie przygotowanego natarcia. Mogą tutaj nastąpić trzy fazy. W pierwszej fazie skierowuje się ogień całej masy artylerji na piechotę nieprzyjacielską; w następnej fazie, gdy własna piechota przygotowuje się, można obrócić część artylerji do zwalczania nieprzyjacielskiej baterji; a w końcowej fazie tuż przed szturmem skierowuje się znowu cały ogień artylerji w miejsce pożądanego przełomu. Tak szybkie zmiany w działaniach artylerji są tylko wtedy dopuszczalne, gdy jej kierownictwo spoczywa w jednem ręku. Nie da się ustalić -żadnego stałego schematu dla współdziałania obu broni. Wszystko to jednak zdąża do tego, że oficer artylerzysta powinien znać bezwarunkowo sposoby walki piechoty, a szczególnie na średnim szczeblu dowodzenia. Gruntowana znajomość taktyki piechoty pozwala artylerzyście dostosować ogień swych dział do sposobu walki w odpowiedniej chwili.

Często zdarza się, że piechota stawia artylerji zadania niemożliwe do wykonania pomimo najlepszej woli. Może się zdarzyć np. w trakcie marszu w linji rozwiniętej, że piechota żąda, aby artylerja była ciągle gotowa wziąść pod ogień każdy odcinek przebywanej drogi, celem zneutralizowania jakiegokolwiek bądź oporu, choćby oporu niezbyt wielkiego. Artylerzysta może jednak dążyć do wykonania tego samego zadania w sposób następujący: część baterji jest przygotowana do strzału, druga podąża naprzód, przyczem wszystkie stanowiska baterji trzeba obierać w pobliżu przemarszowych dróg, pozatem baterje trzeba ustawiać poza wzniesieniami (niema czasu na wyszukiwanie zakrytych pozycyj), oraz dla celów łączności rozbudowywać jaknajmniejszą sieć drutów.

Natomiast przy odwrocie powinno się ogień przeprowadzać jak najdłużej z raz zajętego stanowiska, co oznacza, że skoki artylerji powinny się w tym wypadku odbywać na wielkie odległości. O ile piechota żąda od artylerji ostrzeliwnaia każdego gniazda karabinów maszynowych, artylerzysta powinien wprzód zastanowić się, czy ten cel dla artylerji się opłaca, to znaczy, czy nie może go dosięgnąć piechota własnemi siłami. Nie może on bowiem tracić amunicji na cele mniejsze pod groźbą braku jej do momentów rozstrzygających. Zasadniczo strzela się wtedy, gdy w natarciu jakiś punkt oporu jest tak poważną przeszkodą dla własnej piechoty, że bez jego usunięcia nie może się ona wprzód posuwać; lub w obronie, gdy zwalczanie celów nieprzyjacielskich opłaca się. Do tego jest jednak potrzebne taktyczne zrozumienie walki piechoty. Dzisiejsza artylerja dywizyjna nie jest w mżoności równocześnie zasypywać ogniem i żelazem i nieprzyjacielską piechotę i nieprzyjacielską artylerję. Wynik takiego działania nie przynosiłby pożądanego skutku jako słaby. Jeżeli zachodzi tego rodzaju potrzeba, to wyłania się konieczność przeznaczenia dodatkowej masy artylerji i według metody Napoleona w bitwie pod Wagram, trzeba wtedy działanie przeprowadzić w piorunującem tempie dla chwilowego zneutralizowania nieprzyjaciela. Zasada ta była stosowana podczas rozstrzygających walk w wojnie światowej, a na przyszłość w walce ruchowej da się to działanie również przeprowadzić, lecz w o wiele węższych ramach, gdyż nowoczesna dywizja nie posiada zbyt wielkich ilości dział. Tembardziej należy wykorzystać zalety dział szybkostrzelnych. Autor jest za ograniczeniem tylko jednego rodzaju ognia, a mianowicie ognia zaporowego w obronie. Uważa, że doświadczenia wielkiej wojny wykazały w dostatecznym stop-

niu, iż taki ogień jest równoznaczny z marnowaniem amunicji, nie da się bowiem nigdy w tego rodzaju walce ustalić odległości pomiędzy własną piechotą a nieprzyjacielską nacierającą. W tym wypadku lepiej jest zdusić ogień nieprzyjacielską piechotę w jej okopach, o ile informacje piechoty są niezawodne. Omawiając sprawę szybkości ognia i sprawę zaskoczenia artyleryjskiego, autor propaguje skrócenie czasu wstrzeliwania się do jednego tylko strzału. Uważa, że w ten sposób można przygotować do strzału baterję w przeciągu 15—20 minut, a dywizjon w przeciągu 30—45 minut, biorąc przy tem pod uwagę średnio ciężkie warunki i strzelanie z zakrytej pozycji. Trzebaby też zwrócić uwagę przy rozpoczynaniu bitwy na potrzebę ostrzeliwania artyleryjskiego przy współpracy lotnika maszerujących kolumn nieprzyjaciela lub rozwijającego się go dopiero do ataku. Strzelanie z obserwacją powinno być też znacznie skrócone, gdyż mozolne wstrzeliwanie się i trwające czas dłuższy pozwala nieprzyjacielowi na zmianę pozycji lub ukrycia się. Artylerzysta powinien być wyposażony w wszelkie środki, służące do skrócenia czasu tego strzelania. Przy omawianiu przegrupowań nocnych, autor zwraca uwagę na przeprowadzenie czynności rozpoznania i wywiadów o zmroku lub o świcie. Omawia też szeroko zmianę celu, co, o ile chodzi o szybkość działania, jest uzależnione od zwrotności pozycyjnej samego działa. Artylerja dywizyjna w zasadzie nie nadaje się do zwalczania czołgów, ale w nagłej ostateczności powinna dążyć do jego zwalczenia, to znaczy nie może w danym wypadku uchylać się od działania czynnej obrony. Co się tyczy strzelania z pomocą obserwacji lotnika, autor nie przypuszcza tutaj wielkiego zastosowania tego sposobu w wojnie ruchowej, jedynie chyba przy chwilowej stabilizacji jakiegoś frontu. Problem ten w dzisiejszym stadjum nie jest jeszcze dostatecznie wyświetlony. Wreszcie ostatnim wymogiem artylerji jest jak najdłuższe działanie z raz obranego i zajętego stanowiska.

W trzecim rozdziale p. t. „Zasady wyszkolenia" — autor jest zdania, że stan dzisiejszych wymagań od artylerzysty nie pozwala mu być albo uczonym, albo rzemieślnikiem, lecz skierowuje go na drogę twórcy - wykonawcy, dla utrzymania żywego kontaktu z innemi broniami z nim współdziałającemi przy równoczesnem wydostaniu ze swej broni maximum jej taktycznej sprawności. Autor nie podejmuje się krytyki współczesnych regulaminów wyszkolenia artylerji w rozmaitych państwach, gdyż te regulaminy zostały opracowane na podstawie doświadczeń wojny światowej, a rozmaite w nich ujęcie odpowiednich problemów może być spowodowane właściwościami natury danego narodu. Stara się jednak odpowiedzieć na pytanie: co trzeba czynić, aby zawartość przepisów przenieść na wojsko? Przy wychowywaniu nowego pokolenia artylerzystów trzeba się trzymać ogólnej zasady pozostawiania wielkiej swobody uczniom w ich czynnościach. Nie oznacza to zarzucenia pouczania i prostowania błędnych poglądów, jednak musi być to przeprowadzane w sposób przyjacielski, jako rada doświadczonego starszego kolegi, przy unikaniu form drastycznych. Musi też istnieć kontakt duchowy instruktora z uczniami, oraz muszą być ustalone odpowiednie metody wykładów i wychowania. Odnośnie wyszkolenia starszych oficerów artylerji, t. j. wzwyż od dowódcy dywizjonu, to powinno się żądać od nich pełni rozumienia ogólnych zasad taktyki, oraz powinni oni mieć rozwinięte wysoko osobiste samopoczucie. Nie jest dobrym artylerzysta, który ciągle czeka na rozkazy. Przy takiem zachowaniu się jego akcja przychodzi zawsze zapóźno. Powinien on przedstawić u dowódcy swoje projekty i nie może dopuścić, aby sam dowódca musiał doko-

nywać wywiadu odnośnie potrzebnych stanowisk artylerji. Od artylerzysty wymaga się takiej dozy intuicji, aby już w czasie marszu mógł wyczuć, gdzie będzie mógł przypuszczalnie zająć dogodne stanowiska dla swych bateryj i według tego już zgóry układać swoje przypuszczalne zarządzenia. Wszystko to razem wzięte może być dopiero zdobyte przez artylerzystę na podstawie długotrwałej praktyki i ciągłych ćwiczeń. Niezbędne są też dla niego udziały w ćwiczeniach sztabowych, lub inaczej mówiąc — kierowniczych ognia. Nie można też zapominać o taktyczno-artyleryjskich ćwiczeniach sytuacyjnych, t. j. złożonych z jednej partji, kiedy kierujący obejmuje rolę dowódcy własnej artylerji i nieprzyjacielskiej. Wypływające z funkcji w czasie tych ćwiczeń rozkazodawstwo powinno być krótkie, treściwe i nie starające się schodzić do kompetencji niższych szczebli. Ukoronowanie wyszkolenia wyższych dowódców artylerji tworzą strzelania ramowe w oddziałach lub pułkach, gdzie każdą zmianę celu zaznacza się kilku strzałami; pozwala to na stwierdzenie prawidłowego funkcjonowania kierowania ogniem. Poleca się też zimowe ćwiczenia, mające na celu naukę współpracy pomiędzy piechotą a artylerją. Na wszystkie większe ćwiczenia piechoty powinni być powoływani artylerzyści przyczem stopień powinien być uzależniony od ram działania, i oni zasadniczo powinni opracowywać wspólny plan działania artylerji.

Odnośnie oficerów młodszych oraz inteligentniejszych podoficerów, to muszą oni być bezwarunkowo wyszkoleni w prowadzeniu baterji. Od szkolonego dowódcy baterji trzeba wymagać nie tylko techniki i rutyny w prowadzeniu ognia, lecz również i inicjatywy w rozwiązywaniu rozmaitych trudnych zadań. Do wyrobienia tych cech służą wykłady, ćwiczenia teoretyczne w koszarach i w polu, oraz strzelania. Trzeba też zwrócić uwagę na technikę rozkazodawstwa, celem szybkiego i sprawnego wykonywania zadań polowych przez baterję w tym wypadku, o ile rozkazy daje szkolony oficer. Niezależnie od tych cech powinno się wymagać od szkolonych dokładnej znajomości balistyki zewnętrznej, sprawdzanej pisemnemi ćwiczeniami w koszarach. Ćwiczenia i tematy powinny iść po linji rozwiązywania życiowych artyleryjskich zagadnień. W części artykułu, omawiającej ostre strzelania, autor zaznacza, że takie strzelania powinny odbywać się na podstawie dobrze przemyślanego planu, celem unikania marnowania amunicji. Strzelający powinien się wyćwiczyć w obserwacji ostrego strzału i w szybkiem przetwarzaniu obserwacji w komendę. Ćwiczenia w ostrem strzelaniu nie koniecznie muszą być często powtarzane, lecz powinny być tylko sprawdzeniem rachunków baterji. Natomiast ćwiczenia ostre i częste powinny odbywać się w założeniach ogniowych wypadów z kolumny. Nocne strzelania są pożyteczne tylko wtedy, kiedy istnieje pewność doskonałego funkcjonowania obsługi, a głównie celowniczego. Wielki pożytek przynoszą nocne ćwiczenia, mające za zadanie zajęcie stanowiska i przygotowania ognia, wynik których należy stwierdzić za dnia zapomocą ostrego strzelania. Nie jest poleconem przeprowadzanie ćwiczeń strzelania każdą baterją, przy założeniu wypadków bardzo rzadkich, gdyż do tego celu wystarczy udział jej oficerów w strzelaniach specjalnych bateryj.

Do specjalnych zadań ćwiczebnych można zaliczyć:

Zwalczanie natarć piechoty.

Szybkie przerzucenia ognia na miejsce przełomu.

Boczne obramowanie miejsca przełomu.

Zwalczanie czołgów z pozycji zakrytej lub otwartej.

Ostrzeliwanie przestrzeni ognia niszczącego w obronie.

Szybkie zwalczanie niespodzianie zjawiających się bateryj nieprzyjacielskich lub takich celów jak kolumny maszerujące i t. p.

Zmiana pozycji poszczególnych dział przy równoczesnem podtrzymywaniu ognia.

Szybkie przejście ognia obramowanego przeciwko piechocie w ogień przygotowany przeciwko nieprzyjacielskiej piechocie i naodwrót.

Strzelanie z obserwacją lotniczą.

Pozatem pozostają jeszcze ćwiczenia w rozwiązywaniu zadań zaskoczenia artyleryjskiego, a mianowicie w sensie własnego natarcia lub obrony. Ćwiczenia te wyrabiają stanowczość i decyzję w młodszych dowódcach baterji. Nie potrzeba też zapominać o udziale młodszych oficerów w dowodzeniu zespołów artyleryjskich, oraz o przydziale na boczną lub wysuniętą obserwację. Poleca się też udział w strzelaniach innych bateryj w roli obserwatorów pod kierunkiem doświadczonego instruktora tych oficerów i podoficerów w razie braku przeprowadzania ćwiczenia przez baterję własną. Obowiązani są oni na podstawie takich ćwiczeń do wykonywania na miejscu szeregu zadań na piśmie. Trzeba też zwrócić uwagę na częste ćwiczenia w strzelaniu z pozycji zakrytej.

Autor proponuje następujące sposoby ułatwiania przeprowadzenia tych zadań:

Rozpoznanie i zwiady trzeba przeprowadzić zawczasu, aby natychmiast móc przejść z kolumny marszowej do zajęcia stanowisk bateryj, jak również — uprzednio dokładne rozpoznanie stanowisk ogniowych. Trzeba zawczasu ułożyć plan współpracy pomiędzy dowódcą baterji i obserwatorami. Główną rolę odgrywa tutaj dokładne wycelowanie działa kierunkowego baterji. Nie można też dopuszczać do przesuwania raz postawionych dział baterji z miejsca na miejsce, gdyż oznacza to niedokładność i niedbałość w przygotowaniu stanowiska. Należy notować czas zużyty od chwili odprzodkowania do pierwszego oddania strzału. Robota przygotowawcza musi być zawsze wykonana dokładnie.

Wyszkolenie baterji powinno być przeprowadzane w ten sposób, aby każdy z szeregowych nabrał przeświadczenia o swojej niezbędności w zespole baterji. Za stopień sprawności uważa się pracę baterji wśród najcięższych warunków i pod działaniem nieprzyjacielskiego ognia. Pomimo potrzeby specjalności, trzeba jednak dążyć do tego, aby każdy numer obsługi działa umiał w razie potrzeby zastąpić celowniczego. Nie oznacza to jednak potrzeby wyszkalania naprzykład jezdnych na celowniczych, gdyż to się nie opłaca. Nowoczesna baterja posiada pozatem szereg specjalistów, którzy są szkoleni w ramach dyonu ze względów oszczędnościowych. Potrzeba specjalności w baterji obecnie jest tak wielka, że dla niej pomija się — tak mozolne przed wojną — wyszkolenie w jeździe konnej, strzelanie z karabinów oraz musztrę pieszą.

Przy omawianiu tygodniowego planu służby autor zwraca uwagę na potrzebę układania go z punktu widzenia zainteresowania szeregowych, przy jak najcelowszem wykorzystaniu czasu.

Nie należy zbytnio przeciążać szeregowych, gdyż odbija się to zawsze w ten sposób, że wywołuje ich apatję dla spraw służby. Wielką rolę tutaj odgrywa ru-

tynowany instruktor. Jego rolą jest wywołać u kanoniera ambicję sprawności w obsługiwaniu swego działa. Nie poleca się przy nauce wymagania bezmyślnego kucia na pamięć niektórych szczegółów regulaminu lub konstrukcji. Lepsze wyniki daje metoda rozumowa.

Oprócz normalnych przeglądów sprawdzających wyszkolenie rekrutów, wyniki jazdy zaprzężonej baterji i t. p. dowódca baterji powinien też poddawać egzaminom oficerów młodszych i podoficerów dla sprawdzenia ich sprawności w prowadzeniu ognia, dla sprawdzenia ich wiadomości zastosowania balistyki oraz oceny odległości.

R. K.

P O L S K A.

HUTNIK — Zeszyt 11/12 1932 r.

Uwagi o nowych badaniach nad zjawiskiem płatków w stalach konstrukcyjnych — inż. S. Pilarski.

MECHANIK Nr. 11/12 1932 r.

W sprawie obrony p. gazowej zakładów przemysłowych — inż. A. Korzeniowski.

MECHANIK Nr. 1, 2, 3/1933 roku.

Sprawdziany i przeciwsprawdziany — inż. W. Moszyński.

PRZEGLĄD TECHNICZNY Nr. 3/1933 r.

Zeszyt poświęcony „Technice w obronie kraju".

Wstęp — pułk. M. Maciejowski.

Przemysł a przyszła wojna — inż. S. Płużański.

Rola inżyniera w przemyśle wojennym i przygotowaniu obrony kraju — inż. Z. Rytel.

O konieczności utworzenia Towarzystwa Wojskowo-Technicznego i jego zadaniach — inż. W. Moszyński.

Nowoczesne dążenia w konstrukcji karabinu i jego amunicji — ppłk. T. Felsztyn.

Współczesne kierunki w budowie dział, powstałe pod wpływem wymagań taktycznych — ppułk. W. Vorbrodt.

Spawanie w wyrobie sprzętu wojennego i jego rola w czasie wojny — inż. Z. Dobrowolski.

Ośrodki przemysłu wobec przyszłej wojny — ppułk. inż. Z. Wojnicz-Sianożęcki.

Konferencja inauguracyjna T. W. T.

PRZEGLĄD TECHNICZNY Nr. 4,/1933 r.

Utwardzanie oraz nadutwardzanie stali na maszynie „cloudburst" — inż. A. Wójcik (Nr. 5, 6).

Nr. 6/1933 r.

Alfred Nobel — wielki wynalazca — inż. S. Raczyński.

Nr. 7/1933 r.

Kilka słów o konstrukcjach staliwnych — inż. O. Marcinowski.
Piece elektryczne do wyrobu stali, cz. II — dr. W. Morzeński (cz. I — Przegląd Techniczny Nr. 15/1932 r.).

WIADOMOŚCI URZĘDU PATENTOWEGO — marzec 1933 rok.

Statystyka patentów w Polsce za lata 1918 — 1932 (t. j. przez lat 15).

Za ten czas wydano patentów na wynalazki ogółem 39.462, w tem z Polski 10.936. Udzielono patentów od 1924 r. — 17.958, w tem polskich 3.352. Wśród wynalazków opatentowano przedmioty dotyczące broni palnej w ilości 554 (w tem polskich 139) i dotyczące materjałów wybuchowych — 217 (polskich — 88).

Sprostowanie

do nr. 20 Wiad. Techn.-Art.

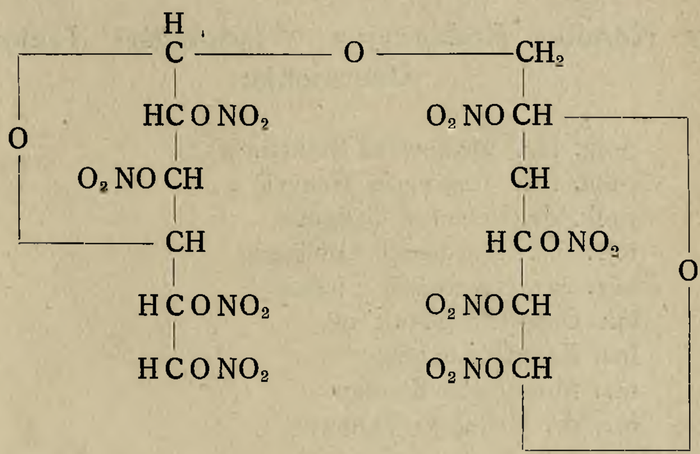
Nad tytułami artykułów w nr. 20 W. Techn.-Art. należy dodać następujące symbole klasyfikacji dziesiętnej:

„Niektóre wady wyrobów stalowych"	str. 5.	620.1
„O wykorzystaniu niektórych cukrów"	str. 30.	662.2
„Projekt wstępny działa"	str. 39.	623.573
„O korzyściach samowzmocnienia luf"	str. 52.	623.53

SPROSTOWANIA.

do Nr. 20 Wiad. Tech. Art.

Na str. 36 należy poprawić wzór schematyczny jak następuje:



str.	wiersz	zamiast	ma być:
37	8 od góry	„z 10 g. dwunitrobenzolu $C_6H_4(NO_2)_2$ p. topl. 40° w 90 cm³ benzolu"	„z 10 g. m — dwunitrobenzolu $C_6H_4(NO_2)_2$ p. topl. 90° w 20 cm³ benzolu"
37	15 od góry	„kolorymetrycznej"	„kalorymetrycznej"